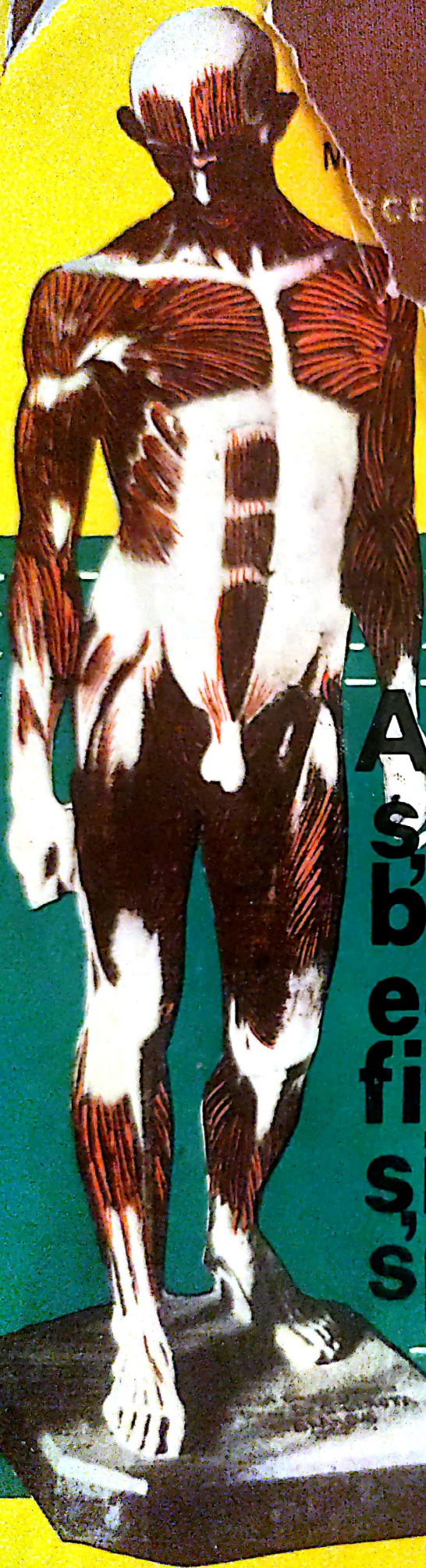
ANDREI ILIESCU



Anatomia și biomecanica educației fizice și sportului

Scanned with OKEN Scanner

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

M. IFRIM

A. ILIESCU

Anatomia și biomecanica educației fizice și sportului

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
București, 1978

Scanned with OKEN Scanner

PREFAȚA

I. A trecut mai mult de o jumătate de secol de la lansarea în țara noastră a conceptului de anatomie funcțională, de către prof. Fr. I. Rainer. In perioada 1920—1940, ca profesor de anatomie la București, a dezvoltat și consolidat gîndirea, învățămîntul și cercetarea științifică morfologică pe principiul unității dintre structură și funcție. Celebra sa deviză „Anatomia este știința formei vii" a rămas și astăzi înscrisă pe frontispiciul sălilor de disecție. Accentul a fost pus îndeosebi pe structurile mecanice ale corpului și pe dinamica lor. Este explicabilă astfel importanța acordată anatomiei pe viu și mecano-structurilor dureimater, periostului, pericardului, tractului ilio-tibial ș.a. Înființarea Catedrei de anatomie la Institutul de educație fizică al cărui fondator a fost tot prof. Fr. I. Rainer, i-a oferit cele mai bune condiții pentru dezvoltarea învățămîntului anatomiei funcționale. Această linie a fost continuată cu intensitate inegală pînă în prezent, prin succesiunea cîtorva generații de anatomiști. Și din acest punct de vedere „Anatomia funcțională și biomecanica educației fizice" marchează o dată caracteristică în evoluția gîndirii anatomice în țara noastră.

Prima parte este îndeosebi caracteristică pentru felul de a gîndi anatomia funcțională și biomecanica în special. Cititorul va fi desigur surprins să constate că, spre deosebire de anatomiile tradiționale, care se limitează în majoritatea cazurilor la descrierea fenomenelor și la inventarierea aparatelor și sistemelor, autorii au început prin a expune și comenta conceptul anatomiei funcționale a biomecanicii și în continuare tipul constituțional, particularitățile de vîrstă ale organismului, structurile funcționale, sistemele integrative și în final anatomia pe viu. Este evident că autorii au preferat să abordeze partea din perspectiva întregului, considerînd că „biomecanica studiază acțiunile motrice umane considerate ca un sistem". Adoptînd fără rezerve conceptul anatomiei funcționale, autorii au fost consecvenți, integrînd structurile

Scanned with OKEN Scanner

anatomice, în fiziologie și în ontogenie, în așa măsură încît monografia poate servi ca o bună informare în fiziologia aparatului locomotor.

Abordarea modernă a unor concepte care au fost introduse în biologie cu multe decenii în urmă ca tipul constituțional, geno- și fenotipul, terenul ș.a., prin folosirea de explicații biochimice, genetice și hormonale, le-a permis să valorifice noțiunea sugestivă de chimiomorfoză.

Trebuie să subliniem ca un aspect deosebit de pozitiv acordarea unui loc de prim plan sistemului nervos în mecanismele biomecanice, știut fiind că în acest domeniu există riscul limitării la fenomenele mecanice în sensul fizicii clasice.

A doua parte, consacrată în primul rînd biomecanicii mișcărilor implicate în cultura fizică și sport, tratează baza teoretică a biomecanicii sportive. Deosebit de semnificative din acest punct de vedere sînt capitolele referitoare la corpul uman privit ca sistem biomecanic, tipurile biomecanice de activitate musculară, principalele tipuri de mișcare și analiza biomecanică a travaliului static. Se oferă astfel elementele necesare pentru a urmări și înțelege particularitățile biomecanicii fiecărui gen de sport.

Analiza și descrierea în fazele caracteristice biomecanice, ale diferitelor exerciții fizice și sporturi, oferă un material documentat care surprinde prin bogăția amănuntelor și precizia înregistrării formațiilor anatomice în mișcare.

Autorii aduc în acest fel o contribuție de mare valoare la cunoașterea fiziologiei culturii fizice și sportului, făcînd cunoscută serioasa lor bază științifică. Au contribuit în acest fel la eliminarea empirismului în general în cultura fizică și sport, îndeosebi în sportul de performanță.

Monografia consacrată anatomiei funcționale și biomecanicii educației fizice va stîrni desigur discuții și aprecieri contradictorii, ca orice lucrare care depășește frontierele obișnuite, mai ales într-o știință atît de consolidată ca anatomia. Apariția ei va marca o dată de referință în evoluția conceptului de anatomie funcțională și de biomecanică ca sistem; va servi la cultura generală a medicilor, educatorilor, profesorilor de educație fizică și antrenorilor. Va oferi de asemenea un excelent material informativ pentru studenții Institutului de educație fizică.

Acad. Șt. M. Milcu

Scanned with OKEN Scanner

INTRODUCERE

În manuscrisele din 1844, Marx formula într-o definiție lapidară sensurile educației omului societății viitoare. Aceasta era văzută sub trei laturi organic îmbinate: învățământul, munca productivă și gimnastica, apreciate drept „singura metodă de formare a personalității umane armonios dezvoltate". Colaborarea dintre activitățile intelectuală, tehnică și fizică într-un proces unitar însemna în concepția lui Marx „fermentul resurecțional" al pedagogiei, cu consecințe covîrșitoare asupra progresului social.

În anii construcției socialiste, acțiunea de modernizare a mișcării sportive din țara noastră s-a axat în mod deosebit pe dezvoltarea sportului de masă și pe educarea tineretului, a oamenilor muncii în sensul înțelegerii educației fizice și a sportului ca un mijloc indispensabil pentru păstrarea echilibrului fizic și psihic, a sănătății și a capacității de muncă. Importantă a fost însăși schimbarea concepției despre rolul educației fizice, care nu a mai rămas apanajul unei minorități restrînse, ci a dobîndit tot mai mult caracterul unei mișcări de masă; totodată s-a depășit optica limitată de a considera educația fizică și sportul ca activități tehniciste, urmărind doar performanțe. Au intervenit modificări esențiale și în criteriile de apreciere a eficienței sportului: ele nu se rezumă la numărul de participanți în diverse acțiuni, ci au în vedere creșterea vigorii fizice a întregii națiuni, dezvoltarea potențialului său biologic, ca și obținerea unor rezultate sportive superioare.

Sportul de performanță, mijloc valoros de perfecționare fizică și morală a tineretului, de întărire a relațiilor de prietenie și de reprezentare a patriei în întrecerile internaționale, se bucură de grija deosebită a partidului și statului, creîndu-se condițiile materiale și asigurîndu-se nivelul calitativ al selecției și pregătirii tinerilor înzestrați.

„Îndeplinirea programului de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate presupune ca educația fizică și sportul — integrîndu-se organic în ansamblul muncii educative — să contribuie mai activ la formarea tinerei generații, la menținerea și întărirea sănătății, la asigurarea unor forme variate și atractive de recreare a maselor, la creșterea capacității lor de muncă" — se arată în Hotărîrea Plenarei C.C. al P.C.R. din 28 februarie — 2 martie 1973 cu privire la dezvoltarea continuă a educației fizice și sportului. Măsurile stabilite de această plenară au dus la un reviriment în mișcarea noastră sportivă, înarmînd-o cu

Scanned with OKEN Scanner

orientări clare în vederea intensificării activității și obținerii unor rezultate tot mai bune în sportul de masă, ca și în cel de performanță. Concepția partidului în acest domeniu confirmă vocația socială a sportului în țara noastră.

Ansamblul de măsuri adoptate de Plenara C.C. al P.C.R. din 28 februarie — 2 martie 1973 și Hotărîrea Comitetului Politic Executiv al C.C. al P.C.R. din decembrie 1976 cu privire la dezvoltarea continuă a educației fizice și sportului a determinat o largă mișcare novatoare și pe toate treptele învățămîntului. În școli s-a generalizat programul de exerciții fizice zilnice adecvate vîrstei copiilor. Consiliul de educație fizică și sport, prin organele sale județene, a pus la dispoziția elevilor și studenților baze sportive, la care accesul acestora este gratuit. În învățămîntul de toate gradele a fost introdus sistemul unitar de predare a educației fizice și sportului, criteriul principal de apreciere a muncii cadrelor didactice care predau această disciplină constituindu-l rezultatele concrete obținute de elevi în îndeplinirea normelor și probelor sportive, concepute în concordanță cu particularitățile de vîrstă și cu cerințele dezvoltării fizice a tineretului.

Sportul de masă, în noua viziune, se fundamentează pe stimularea întregii populații de a practica diverse sporturi, asigurîndu-se astfel dezvoltarea armonioasă a omului. Tocmai în acest scop sportul de masă a fost orientat către folosirea intensivă a formelor simple, larg accesibile, desfășurate în aer liber. Extinderea gimnasticii, a atletismului, a excursiilor, a activității turistice de grup reprezintă cîteva direcții importante menite să atragă populația, și mai cu seamă tineretul, la practicarea sistematică a sportului.

Direcțiile de activitate în perspectivă, desprinse din lucrările Conferinței pe țară a mișcării sportive și a recentei hotărîri a Comitetului Politic Executiv al C.C. al P.C.R. privind dezvoltarea și perfecționarea educației fizice și sportului, vizează îmbunătățirea, deopotrivă, a structurilor organizatorice, a metodologiei și a tehnologiei educației fizice și sportului — cu toate implicațiile și finalitățile lor educativ-formative. Ele se află într-o strînsă relație de reciprocitate; de aici necesitatea unei viziuni sistemice în toate acțiunile și măsurile care decid mersul înainte al acestui important sector al vieții sociale.

Avînd în vedere rolul deosebit de important ce-i revine învățămîntului, adaptarea și reașezarea structurilor școlare — cu deosebire în învățămîntul superior de educație fizică — devin o cerință firească, reclamată de dinamica social-economică, de nevoia imperioasă de cadre calificate pentru predarea educației fizice și de specialiști în diferitele ramuri de sport. Una dintre pîrghiile funcționalității structurilor școlare actuale o constituie integrarea învățămîntului de educație fizică cu cercetarea și practica activităților sportive.

Învățămîntul superior de educație fizică a cunoscut în ultimul timp o serie de îmbunătățiri: planurile de învățămînt au fost întocmite în concordanță cu cerințele pregătirii viitoarelor cadre didactice în educație fizică și sport; s-a realizat un echilibru mai bun între disciplinele biologice, metodice și sportive de specialitate; disciplinele biologice au fost orientate și profilate corespunzător; practica pedagogică ocupă o pondere sporită, fiind destinată majorității absolvenților, aceea de a

Scanned with OKEN Scanner

lucra în învățămînt. Totuși, pentru a accentua funcționalitatea învățămîntului superior de educație fizică, sînt necesare îmbunătățiri substanțiale ale programelor, îndeosebi printr-o judicioasă echilibrare a cunoștințelor și o corelare a conținutului celor trei grupe mari de discipline: biologice, metodice și sportive de specialitate, asigurîndu-se astfel formarea corespunzătoare a absolventului pregătit pentru munca didactică.

În învățămîntul nostru de educație fizică și sport trebuie să se afirme puternic metodologia modernă care se bazează pe cuceririle științelor biologice și ale tehnicii actuale. Viziunea interdisciplinară își spune aici un cuvînt hotărîtor, deoarece evoluția educației fizice ca știință și practică este inseparabilă de însușirea unor discipline fundamentale cum sînt: anatomia, biomecanica, fiziologia, psihologia ș.a. Tehnicile moderne de educație fizică tind să fie tot mai mult subordonate cunoștințelor de structură anatomică și de funcționare fiziologică a organismului uman, particularităților lui somatice și neuropsihice. De asemenea, disciplinele metodico-practice trebuie să dobîndească o pondere mai mare în cadrul acestui învățămînt. Profesorul de educație fizică, avînd o temeinică pregătire metodico-didactică și biologică, poate desfășura o activitate riguros fundamentată din punct de vedere științific, îmbinînd interesele mari de dezvoltare fizică a masei de tineri cu preocuparea de a selecta și stimula elementele dotate cu aptitudini deosebite pentru anumite sporturi.

Cercetarea în domeniul educației fizice și sportului se axează pe probleme prioritare cum ar fi: dezvoltarea și diversificarea sportului de masă, selecția sportivă, ridicarea nivelului calitativ al sportului de performanță ș.a. Este necesar însă să se acorde o atenție sporită cercetărilor privind dezvoltarea fizică a tineretului, stabilirea indicilor biologici de creștere, găsirea criteriilor funcționale și genetice de natură să fundamenteze științific procesul de selecție și să promoveze autentice valori în domeniul sportului.

Chezășia dezvoltării armonioase a omului, consolidării calităților sale fizice, a deprinderilor de exersare independentă a sportului stă în asigurarea unui conținut modern, științific al activității de educație fizică și sport în școală, ca și în toate formele care angajează masele și pregătirea sportivilor de performanță.

Tot în acest context subliniem că adevăratul sport este educativ prin excelență. Fie că e vorba de exerciții fizice sau de jocuri, ele au un efect binefăcător atunci cînd sînt dozate după nevoile și posibilitățile fiecărui individ. Pe lîngă rolul său în îmbogățirea personalității și armoniei estetice, sportul este un instrument puternic de socializare a tineretului. El creează acele valențe sociale care permit o integrare rapidă și eficientă în muncă, în relațiile de grup: spiritul de echipă, voința colectivă, solidaritatea, emulația. Sportul școlar, ca și cel de masă contribuie la formarea acestor calități moral-cetățenești la toate categoriile de indivizi. Jocul sportiv pune în valoare de la vîrste mici calități morale ca: inițiativa, entuziasmul, voința de a învinge. Observarea regulilor jocului imprimă din fragedă copilărie disciplina, respectarea normelor sociale. Cît privește performanța în sport, ea este un mijloc de afirmare individuală prin tenacitate și efort personal, dar

Scanned with OKEN Scanner

în același timp reprezintă și un simbol cu mare valoare educativă, care probează excepționala voință umană, dorința patriotică de afirmare, spre care tinde tineretul nostru. Lupta pentru victoria culorilor patriei în întrecerile internaționale este titlul de onoare care însoțește eforturile sportivilor noștri de frunte.

Componentă esențială a pregătirii generațiilor tinere pentru muncă și viață, educația fizică și sportul trebuie să răspundă cerințelor formării unui tineret cu însușiri fizice superioare și, în același timp, cu o ținută demnă și responsabilă în societate. Finalitatea educației fizice și a sportului este complexă și vizează aspecte social-umane cu eficiență multilaterală și de lungă durată asupra întregii populații.

Perfecționarea educației fizice și a sportului, așa cum este concepută în documentele programatice ale partidului nostru, îmbrățișează toate laturile unei educații complexe având drept țel suprem creșterea unui tineret sănătos la trup și minte, călit pentru muncă nu numai sub aspectul forței fizice și al aptitudinilor de agilitate, ci și al trăsăturilor morale, ale atitudinii față de muncă, față de societate. Numai astfel se poate concepe mișcarea de educație fizică și sport cu puternic rol formativ. Finalitatea moral-cetățenească nu este complementară, ci integrată aceluiași proces.

Scanned with OKEN Scanner

CONȚINUTUL ANATOMIEI FUNCȚIONALE ȘI BIOMECANICII

Biomecanica reprezintă un domeniu în care se aplică științele matematice și inginerești în biologie, avînd ca scop înțelegerea fenomenelor vitale complexe, a relațiilor dintre materie și viață. Disciplină aplicată, biomecanica studiază legile fizice care guvernează organismul cu scopul de a înțelege defectele și erorile de funcționare ale structurilor anatomice și a propune soluții de funcționalitate optimă.

Biomecanica este știința care studiază mișcarea mecanică la organismele animale, cauzele și manifestările acesteia.

Mișcarea este însăși forma de existență a materiei, între mișcare și materie existînd o relație dialectică, ele condiționîndu-se reciproc și determinînd diferite transformări.

Mișcarea recunoaște forme simple, complexe și cibernetice. Formele simple sînt reprezentate de mișcarea biologică, care, pentru om, culminează cu mișcarea socială. Mișcarea cibernetică este cea care condiționează circulația informației. Pentru organismele vii informația este în principal ereditară, asigurînd transmiterea patrimoniului genetic de la o generație la alta; pentru om se întrepătrunde cu informația legată de gîndire, transmisă pe calea limbajului articulat, propriu ființei umane.

Complexarea diferitelor forme de mișcare a materiei reflectă în esență însăși evoluția ființelor vii. Astfel, de la primele forme de mișcare, respectiv forma mecanică, fizică și chimică, care condiționează mecano- și chimiomorfozele, se ajunge la mișcarea biologică, care cuprinde și formele simple de mișcare, condiționînd biomorfozele. Odată cu apariția ființei umane, mișcarea capătă forme superioare materializate în toate procesele de antropomorfoză și în însăși activitatea sistemului nervos central reprezentată de gîndire, formă de mișcare a materiei, proprie doar omului.

Biomecanica studiază acțiunile motrice umane considerate ca un sistem. În cadrul acestui sistem intervin atît părțile componente ale aparatului locomotor (oase, mușchi, articulații), cît și sistemul nervos central și organele interne, toate aparatele și sistemele care intră în constituția organismului uman fiind solicitate și alcătuind un complex unitar care condiționează motricitatea. Pînă în prezent biomecanica a abordat mai mult problematica legată de acțiunea aparatului locomotor și mai puțin intervenția sistemului nervos central și a celorlalte organe.

Scanned with OKEN Scanner

În acest context, biomecanica abordează cauzele mecanice și biologice ale formării mișcărilor și particularitățile execuției lor, mijloacele și condițiile optime pentru îndeplinirea acțiunilor motrice.

Prezintă importanță evaluarea aplicării forțelor în vederea realizării scopului propus și modul în care este utilizată energia consumată, determinarea forțelor care efectuează lucrul mecanic, natura lor, momentul și locul în care sînt aplicate.

Biomecanica studiază sistemele de mișcări, selectarea mișcărilor perfecționate, legile fenomenelor motrice, particularitățile de execuție.

Conținutul biomecanicii se bazează pe cunoașterea proprietăților morfo-fiziologice ale corpului uman, pe evoluția lui ca sistem biomecanic.

Metodica acestui domeniu constă din analiza și sinteza sintematică a mișcărilor pe baza caracteristicilor cantitative și a modelării lor cibernetice. Mișcările nu sînt studiate în sinteză ca o însumare aritmetică, ci sub aspectul unor nivele calitative noi. Sistemul biomecanic, biologic, nu se reduce la suma caracteristicilor mecanice ale mișcării, el fiind condiționat de funcționalitatea întregului organism (sistem nervos, organe interne și aparate) care-i conferă calități superioare și a căror cunoaștere impune o viziune unitară asupra tuturor sistemelor care alcătuiesc ființa umană.

Biomecanica este o știință interdisciplinară care are multiple zone de întrepătrundere cu mecanica, biofizica, biochimia, fiziologia, biologia, medicina clinică, teoria educației fizice și cibernetica.

Studiile asupra mișcărilor omului și animalelor au preocupat pe oameni din cele mai vechi timpuri.

Aristotel (384—322 î.e.n.) marele filozof, ne-a lăsat un studiu al procesului complex al mersului, în care mișcarea de rotație se transformă în mișcare de translație. El are meritul de a fi intuit cu genialitate pentru timpul său rolul centrului de greutate, legile mișcărilor și ale pîrghiilor. În lucrarea sa „Mișcările animalelor" el arată: „. . . animalul care se mișcă își schimbă poziția apăsînd pe solul din fața sa. Atleții vor sări mai departe, dacă țin greutăți în mîini, iar alergătorii vor accelera viteza dacă-și vor balansa brațele, deoarece în extensia brațelor există un fel de apăsare".

Arhimede (287—212 î.e.n.) descoperă principiile hidrostaticii relativ la plutirea corpurilor, care se folosesc și astăzi.

Galen (131—201 e.n.), în epoca romană, aduce contribuții valoroase în studiul mișcărilor. El face distincție între nervii sensitivi și cei motori, între mușchii agoniști și antagoniști, descrie tonusul muscular și introduce termenii de *diartroză* și *sinartroză*, folosiți și astăzi.

După Galen, studiile asupra mișcărilor nu mai progresează timp de o mie de ani, pînă la Leonardo da Vinci (1452—1519). Acest artist genial și savant multilateral a studiat structura corpului omenesc din punct de vedere estetic, anatomic și mecanic. De la el ne-au rămas studii asupra stațiunii bipede, a centrului de greutate, balanței, centrului de rezistență, asupra mersului, săriturilor, — unde relevă acțiunea progresivă și interacțiunea mușchilor.

Galileo-Galilei (1564—1643) arată că: „natura se exprimă în formule matematice și folosește matematica în studiul fenomenelor fizice". Concluziile sale privind faptul că accelerația unui corp în cădere nu este

Scanned with OKEN Scanner

proporțională cu greutatea sa și că relația dintre spațiu, timp și viteză este un factor de bază în studiul mișcărilor, sînt considerate drept o introducere a metodologiei experimentale în știință.

Alfonso Borelli (1608—1670) este primul om de știință care aplică formule matematice în studiul mișcărilor omului. De la el ne-a rămas ideea că oasele lucrează ca niște pîrghii, iar mușchii acționează după legi matematice. Lucrările sale asupra centrului de greutate, asupra mișcărilor, fac din el un fondator al cineticii moderne, al biomecanicii moderne.

Braune și Fischer, — în a doua jumătate a secolului al XIX-lea — efectuează studii minuțioase asupra mișcărilor, pozițiilor și a mecanicii articulațiilor.

Wilhelm Roux (1850—1924) introduce noțiunea de *mecanostructură*, subliniind rolul factorilor mecanici în geneza structurilor funcționale. El folosește lucrările inginerului Karl Culmann, care pun bazele traiectoriale a structurii oaselor. W. Roux afirmă că: „fiecare schimbare a formei și a funcției unui os este urmată de modificări în arhitectura sa internă cît și în conformația sa externă". El consideră că forma oaselor rezultă din tracțiunile mușchilor care se inseră pe ele.

John C. Koch, în lucrarea sa „Legile arhitecturii oaselor", ajunge la concluzia că: „substanța compactă și spongioasă a oaselor este organizată și structurată pentru a rezista la solicitările diverse la care este supusă, cu minimum de material, în modul cel mai economic". După J. Koch, tracțiunile musculare asupra oaselor au un rol neglijabil în determinarea arhitecturii acestora; din contra, fracturile osoase vicios consolidate creează condiții mecanice care determină modificări structurale osoase.

Cercetările moderne au arătat că numai factorul mecanic singur nu poate determina modificări structurale, ci el trebuie să fie completat de factorul biochimic tisular, care creează condițiile dispariției unor structuri și ale apariției altora. În felul acesta s-au pus bazele chimiomorfozelor ca factor determinant al modificărilor structurale. În esență dezvoltarea teoriei biomecanicii recunoaște trei etape importante:

a) Etapa *mecanică:* În această fază se pune un accent deosebit pe ponderea cantitativă a proceselor motrice, pe esența fizică a fenomenelor mecanice.

b) Etapa *anatomofuncțională*, în care se face analiza descriptivă a mișcărilor în articulații, se precizează activitatea musculară pentru efectuarea mișcării și menținerea unor poziții.

Spre deosebire de etapa precedentă, în care accentul era pus pe caracteristicile mecanice (centrul de greutate, tipurile de mișcare în funcție de pîrghiile realizate, randamentul și lucrul mecanic obținut ș.a.), acum ponderea o ocupă analiza calitativă a grupelor musculare care intervin în mișcare.

c) Etapa *fiziologică*. Cele două faze anterioare au dovedit că aplicarea legilor mecanicii și analiza calitativă a participării musculare sînt necesare, dar nu suficiente. A rezultat faptul că în sistemele biologice intervin forțe interne și cauze nemecanice, care au o însemnătate foarte mare.

În acest context, în etapa fiziologică a început să se studieze participarea sistemului nervos, natura reflexă a mișcărilor, reglarea lor neuro-

Scanned with OKEN Scanner

hormonală. În același timp, a început cercetarea celorlalte sisteme și aparate (respirator, cardio-vascular, digestiv, urinar) a căror funcționalitate condiționează întreaga motricitate a organismului. S-a văzut că biomecanica nu poate fi redusă la studiul mecanicii mișcărilor și al activității aparatului locomotor, ci este necesară investigarea întregului organism privit ca un tot unitar.

În ce privește metodologia de studiu a mișcărilor, și aceasta a evoluat o dată cu progresele realizate de știință și tehnică, cunoscînd în principal tot trei etape:

a) *Etapa folosirii instalațiilor mecanice.* În această perioadă s-au utilizat dinamografe, înregistrări pneumografice ale presiunii diferitelor segmente ș.a.

b) *Etapa fotochimică.* Apare cromofotografia (Marey) și ciclogrammetria (Bernstein). Ulterior se dezvoltă cinematografia, care dă posibilitatea reproducerii mișcărilor pe un ecran; folosirea încetinitorului pentru reproducerea imaginilor dă posibilitatea studiului atent al diferitelor caracteristici biomecanice ale mișcării.

c) *Etapa electrotehnică și electronică.* Încep să se folosească tensotraductoarele care se fixează pe aparatele de sport (platforme, vîsle, schiuri, patine dinamografice) sau pe echipamentul sportivului și prin tensiosisteme transmit informațiile unor osciloscoape care înregistrează diferiții parametri urmăriți, dînd posibilitatea unei analize critice, biomecanice, a execuției sportive. Așadar, de asemenea, dispozitive electronografice și stereofotoelectronice. Calculatoarele electronice realizează prelucrarea matematică, minuțioasă a datelor.

În acest context al metodologiei biomecanicii, anatomia funcțională, cu toate mijloacele de studiu și cunoaștere a structurii lor funcționale, se înscrie ca o componentă organică a acestei discipline.

Scanned with OKEN Scanner

TIPUL CONSTITUȚIONAL – ASPECTE GENOTIPICE ȘI PARATIPICE CU IMPORTANȚĂ ÎN ACTIVITATEA SPORTIVĂ

Un individ uman se naște din fecundarea ovulei, care transmite însușirile mamei, prin spermia care, în aceeași măsură, aduce însușirile paterne. Substratul material organizat al acestei morfogeneze îl constituie cromosomii, formați la rîndul lor din gene, care reprezintă factorii ereditari, ce acționează pe cale biochimică, enzimatică.

Oul fecundat (zigot sau spormoviu), o dată format, reprezintă nu numai o entitate biologică, ci și o individualitate biochimică, care va determina evoluția sa ulterioară, în funcție de condițiile de mediu în care se dezvoltă. Din acest punct de vedere zigotul este ceva cu totul nou, ce nu se va repeta niciodată identic. Nici chiar doi gemeni uniovulari, fie că sînt produsul fecundării unei ovule cu doi nuclei de către două spermii, fie că rezultă din separarea timpurie a oului în stadiul de 2 sau 4 blastomere, nu sînt identici din punct de vedere biochimic.

Astfel, individualitatea biochimică este marcată o dată cu formarea oului și ea este aceea care determină dezvoltarea sa embrionară și fetală, apoi pe cea postnatală, care condiționează reacțiile sale de apărare și adaptare, ca de altfel și întreaga sa evoluție ontogenetică pînă la moarte, în stare normală și de boală. Dacă în specia umană noțiunea de individualitate biologică se completează prin aceea de persoană, datorită mediului fizic, biotic și social, noțiunea de individualitate biochimică este aceea care fundamentează întreaga morfogeneză și fiziogeneză specifică și tipologică, astfel că, în ultima instanță, numai studiul bio-fizico-chimic al acestei entități permite stabilirea legăturii cauzale între organizarea morfologică și capacitatea sa funcțională, privite integrativ, pe treapta cea mai înaltă de mișcare a materiei superior organizate, în antropogeneză.

Materialul cromosomic transmis prin cei doi gameți este înjumătățit înainte de fecundație prin procesul diviziunilor de maturație (meiosis sau haplosis), asigurînd astfel constanța garniturii de cromosomi care, în general, sînt totdeauna mai numeroși la speciile organizate; specia umană dispune de 46 de cromosomi, dintre care 22 de perechi de sutosomi și 2 heterocromosomi (cromosomi sexuali), și anume XX pentru sexul feminin și XY pentru sexul masculin (Painter, Tjio și Levan, 1956), denumiți și gonosomi.

În ceea ce privește transmiterea caracterelor ereditare de la ascendenți la descendenți, fiind vorba de un proces de autoreglare morfoge-

Scanned with OKEN Scanner

netică, care se face de la nivelul celulei, pînă la țesut, organ, sistem aparat și întregul organism, cuprinzînd teritorii din ce în ce mai vaste, trebuie să menționăm că acest proces este asimilabil, pînă la un punct, modelelor variate ale ciberneticii. Acestea au fost construite pe baza principiilor generale ale teoriei informației, ale teoriei matematice a proceselor de autoorganizare, autoconducere și autoreglare homeostatică. Este cunoscută tuturor demonstrația că proprietățile generale ale transmiterii informației sînt identice, indiferent de calitatea acestora. Astfel putem cita aici informația telefonică sau electronică, transmiterea însușirilor hereditare prin fecundație, condiționată de acțiunea codificată a ADN din nucleu transmisă ARN din citoplasmă, care la rîndul său induce sinteza proteinelor necesare morfogenezei embrionare și fetale, precum și informațiile nervoase sau cele verbale în procesele de comunicare intraorganică.

Mecanismul biochimic al realizării formelor implică în primul rînd modul de acțiune al genelor, care au capacitatea de a sintetiza proteinele specifice fiecărui organism, proteine care așa după cum arată Engels, reprezintă însăși esența materiei vii definită de el ca „modul de existență al substanțelor albuminoide".

Această problemă cheie a genezei normale și patologice a putut fi clarificată grație a trei descoperiri majore:

— demonstrația lui Sanger că o proteină, insulina, are o structură specifică chimică bine definită, exprimată de secvența aminoacizilor săi,
— elucidarea în 1953 a structurii ADN de către Watson și Crick,
— lucrarea lui Benzer în 1955 asupra structurii genetice fine.

Nu insistăm asupra structurii ADN (fig. 1) ci menționăm doar atît că gena reprezintă morfologic un fragment de cromosom, iar biochimic o porțiune a lanțului ADN, ce constituie substratul chimic cromosomial. Întreaga morfogeneză specifică și individuală este determinată de structura leptonică și compoziția chimică a zigotului, a cărei parte esențială este zestrea dublă cromosomică a nucleului și diferitele părți constitutive ale citoplasmei. Întreaga specificitate biochimică a dezvoltării și funcției ființei umane este în interrelația sa cu mediul fixată în mostra genetică preformată a nucleului și în capacitatea de reacție a citoplasmei zigotului. Întregul organism individual în forma și funcția sa complexă este realizat prin întrepătrunderea a numeroase „lanțuri de acțiuni genice" în o veritabilă „rețea de acțiuni genice" (Kühn, 1955),

Întrebarea care se pune este în ce mod gena reușește să transmită informația genetică conducînd la sintezele proteice. Răspunsul la acesta ni-l dau sistemele cod care ne explică modul în care secvența bazelor constituente ale ADN induc o anume ordine în așezarea aminoacizilor în lanțul polipeptidic, ordine responsabilă de specificitatea proteinei. Faptul că o aranjare unidimensională a bazelor nucleotidice poate controla plisarea complexă a lanțurilor polipeptidice este explicat de teoria secvenței a lui Crick (1968) care arată că nu este necesară o altă informație ce să determine plisarea în afară de specificarea secvenței de amnioacizi din lanțul polipeptidic.

Scanned with OKEN Scanner

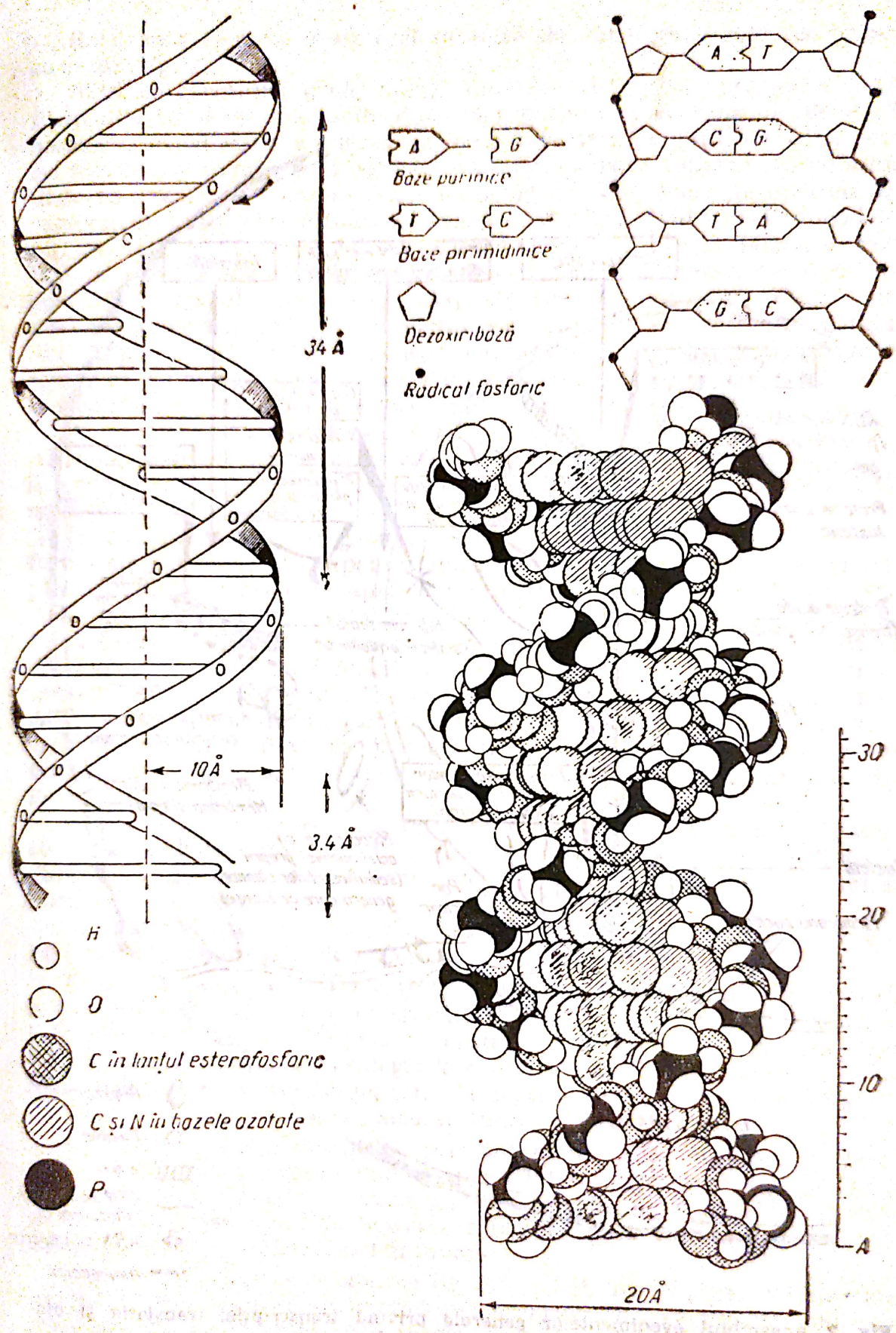


Fig. 1 Structura A.D.N. (după I. Drăcea)

Scanned with OKEN Scanner

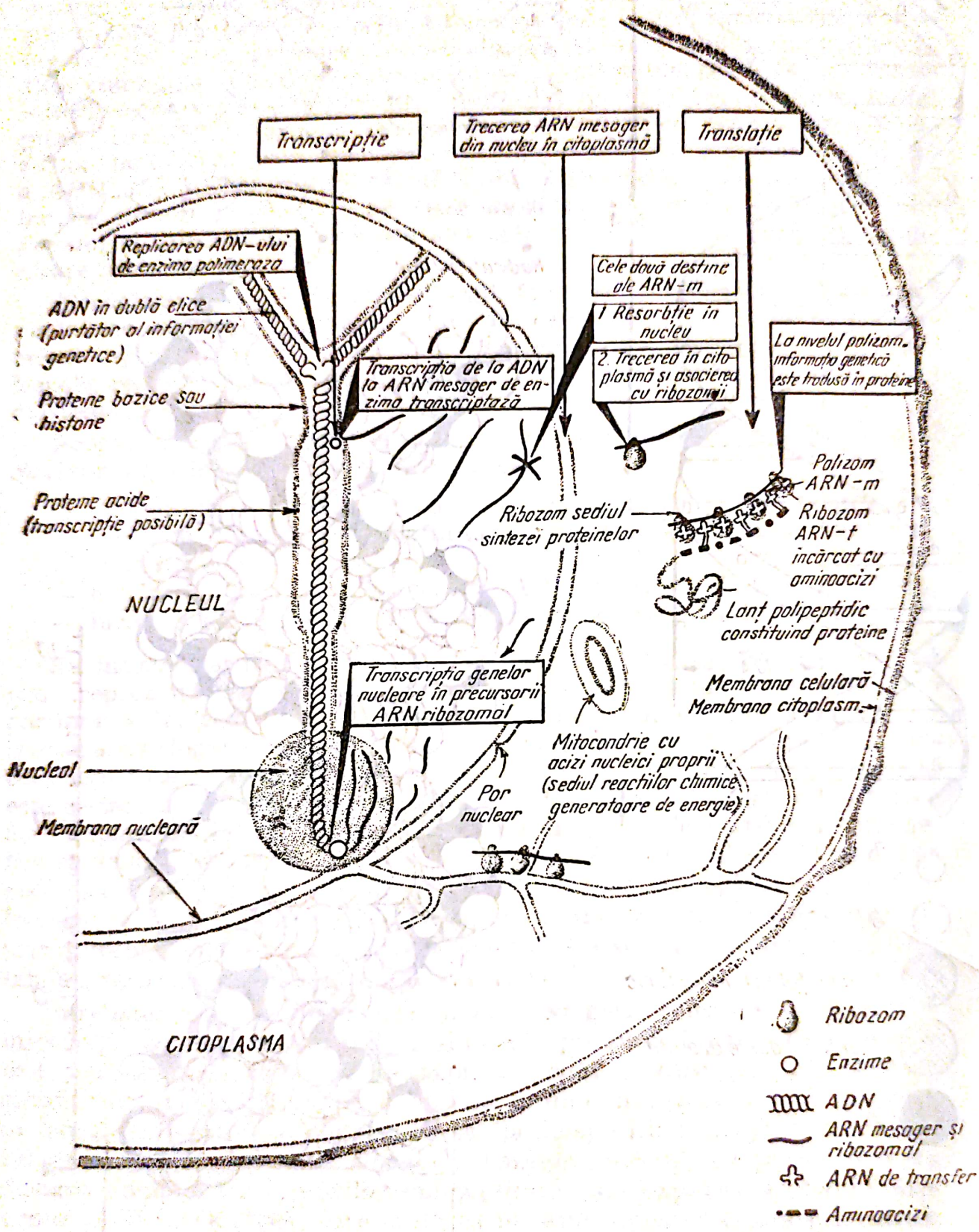


Fig. 2 Ansamblul evenimentelor generale privind transcripția, translația și biosinteza proteinelor

Scanned with OKEN Scanner

Realizarea efectivă a sintezei proteice de către gene este un proces complex (fig. 2).

ADN ce constituie gena, la un moment dat își separă cele două filamente. Unul din filamente duce la replicarea unei molecule de ARN mesager (m-ARN), care ulterior se desprinde de filamentul de ADN care l-a codificat și trecînd prin porii membranei nucleare ajunge în citoplasmă unde se fixează pe ribozom. Filamentul de ADN se reunește apoi cu corespondentul său reconstituind molecula de ADN. Faptul că cele două lanțuri de ADN au secvențe de baze complementare, ridică problema în care lanț se găsește codul pentru ARN și deci pentru proteine, deoarece nu poate fi în ambele, ele avînd polaritate chimică deosebită. Există numeroase explicații printre care citățm: existența cu exclusivitate pe unul din lanțuri a tripletelor non sens (Brenner), existența cvadrupletelor, faptul că ADN nu numai codifică pentru aminoacizi dar are și secvențe nucleotidice ce controlează elementele structurale (Golumb).

În citoplasmă, m-ARN este fixat pe ribozom, ce conține în interior ARN ribozomial, considerat a avea rolul de a fixa aminoacizii, ce intră în componența ribozomului și care determină fixarea unui anumit ARN mesager pe ribozom.

În citoplasmă se mai găsește ARN solubil (s-ARN), ce prezintă o formă spirală, unul din capete avînd o buclă pe care se găsește un triplet variabil, iar celălalt capăt avînd fixat pentru toți s-ARN tripletul ACC (adenină, citozină, citozină). Prin intermediul buclei, s-ARN se fixează complementar pe tripleții m-ARN, în timp ce prin gruparea ACC el se combină cu diferiții aminoacizi. (Există 20 s-ARN, cîte unul pentru fiecare aminoacid). Problema dificilă este cum poate gruparea ACC să se combine în mod diferit cu cei 20 de aminoacizi, ea fiind aceeași. Se pare că ar fi vorba de o enzimă specifică pentru fiecare aminoacid, ce catalizează această unire sau că ar exista o specificitate în mijlocul lanțului spiral de s-ARN.

Odată realizată această fixare, prin intermediul s-ARN a aminoacizilor de m-ARN, intervine o enzimă, ce catalizează legăturile NH-CO dintre AA, iar apoi o altă enzimă desface lanțul polipeptidic astfel format.

Mecanismul este însă mai complex, existînd și posibilitatea controlului sintezei proteice și a vitezei acesteia.

Sistemele genetice sînt alcătuite din R (genă reglator), O (operator), S (structurală), existînd o interrelație directă între O și S și o interrelație inversă între R și O prin o substanță represoare. Faptul este ilustrat de sistemul genetic de degradare al lactozei (fig. 3). Apariția unui bloc genetic, de diferite cauze, duce la apariția unei dismetabolii a galactozuriei. R influențează cantitatea, în timp ce O, calitatea.

Lucrurile sînt mai complexe, prin intervenția mecanismului de trigger. Acest mecanism presupune existența într-un sistem genetic ($R_2O_2S_2$) mai precis în operatorul acestuia, a genei reglator a altui sistem genetic ($R_1O_1S_1$). În aceste condiții, blocarea funcționării sistemului genetic 2 va atrage activitatea operonului 1 și invers.

Acest fapt a dus la enunțarea de către Delbrück a „legii echilibrelor de flux", care arată că în dezvoltarea organismelor, se produc echilibre dinamice între diversele sisteme genetice aflate în interrelație, astfel

Scanned with OKEN Scanner

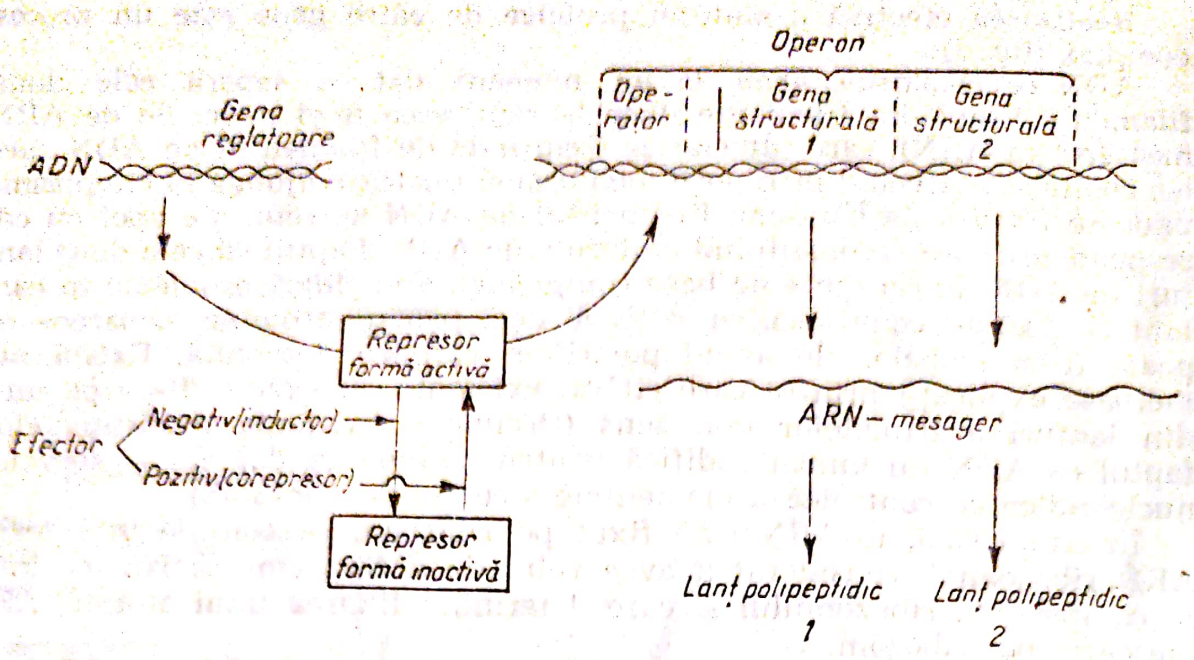


Fig. 3 Schema modelului JACOB — MONOD asupra controlului sintezei proteinelor la nivelul transcripției.

încît în condițiile funcționării anormale a unuia, apar tulburări în altele, tulburări în mecanismele chimice ce în final se traduc prin apariția de dismorfii. În același sens pledează și „teoria dezvoltării axiale" a lui Waddington, care arată că procesul de dezvoltare craniocaudală a embrionului (gradient axial) sau dorsoventrală (gradient cortical) este rezultatul echilibrelor și interrelațiilor între diferite sisteme enzimatice și diferiți gradienți cu acțiune inductoare.

Controlul vitezei de sinteză a proteinelor este realizat de inductor și represori, ce realizează cercuri funcționale, asemănătoare cu cele descrise de Hoff și responsabile pentru menținerea homeostaziei. În fiecare stadiu al sintezei, moleculele proteice plisate realizează o configurație particulară, ce blochează ediția următorului aminoacid. Viteza sintezei depinde de probabilitatea prin care sistemul poate să scape de această configurație. O moleculă represor, prin combinare cu un lanț parțial sintetizat, poate să o forțeze spre o asemenea configurație; o moleculă inductor poate să ia locul fie competitiv represorului, fie să acționeze direct asupra proteinei. Importanța configurației proteinei ne face să concludem că viteza sintezei este o funcție a secvenței aminoacizilor săi și este sub control genetic mutațional. Mai menționăm că unitatea funcțională, ce duce la sinteza unei proteine, se numește cistron.

Trebuie să relevăm că în afară de capacitatea de sinteză proteică, ce stă la baza structurilor întregului organism, materialul genic are capacitatea esențială de a se reproduce identic, adică același model specific se realizează din generație în generație prin diviziunea celulară a zigotului. Edificarea țesuturilor și organelor unui individ, prin multiplicarea blastomerelor zigotului și diferențierea lor, este stabilizată în baza ereditară a speciei umane prin îndelungata sa evoluție, care se prelungește prin biogeneză pînă în precambrium.

Totuși există o mare variabilitate, care își găsește explicația în capa-

Scanned with OKEN Scanner

citatea materialului genetic de a se modifica sub influența mediului și în însăși actul fecundației, care aduce zestrea cromosomică felurită a două linii maternă și paternă. Deosebit de această variabilitate a tipului biologic normal, pot apărea și o serie de schimbări hereditare ale bazei genetice numite mutații, ce pot interesa genomul în totalitate, cromosomii ca număr și structură și genele. După Brenner, din punct de vedere biochimic, mutațiile reprezintă modificarea secvenței nucleotizilor dintr-o anume poziție a acidului nucleic, ducînd la producerea de proteine anormale și consecutiv acestui proces la apariția dismetaboliilor și dismorfiilor. Acestea, recunosc în esență tulburarea mecanismului amintit, prin ivirea, de obicei, a blocurilor genetice parțiale, ce deranjează secvența normală a stadiilor intermediare în lanțul reacțiilor de sinteză proteică.

Dacă pentru unele dintre dismetabolii și dismorfii cunoaștem exact acest mecanism intim, adică nivelul la care se produce, sînt însă foarte multe pentru care problema rămîne obscură cu toate că, fără îndoială mecanismul biochimic este același.

Pentru a stabili raportul dintre dismorfii și dismetabolii este necesar să precizăm cadrul acestor noțiuni.

Lărgind definițiile date de Schwalbe, trebuie relevată trecerea treptată de la forma normală la dismorfie. Forma normală este cea mai frecventă pe baza mediei statistice, în cadrul ei intrînd și varietatea anatomică ce reprezintă modificarea în limitele normalului pe o temă fundamentală a tipului de construcție specific. Anomalia este îndepărtarea formei de la normal fără vreo alterare funcțională, pe cînd malformația implică asociat cu schimbarea formei și o tulburare accentuată a funcției. Această trecere gradată de la normal la patologic ne indică potențialitatea de readaptare a morfogenezei, în cazul unei tulburări în viața embrionară, ce nu izbutește totdeauna.

Prin dismetabolii înțelegem tulburări ale diferitelor procese biochimice din organism, consecutiv alterării definitive a mecanismului genetico-enzimatic la un anume nivel, ce pot sau nu să fie însoțite de semne de dismorfie. Astfel de pildă, în unele cazuri ca în fenilketonurie, unde datorită unui bloc genetic ce duce la absența enzimei, fenialanin-oxidaza, nu se mai produce transformarea fenilalaninei în tirosină, dismetabolia se însoțește și de semne dismorfice cum ar fi microcefalie, cifoză, paralizii, pe cînd în alte cazuri ca în hipofosfatazie nu apar semne dismorfice evidente, tabloul rezumîndu-se la procesul dismetabolic.

În ce privesc dismorfiile, unele se însoțesc de dismetabolii evidente, în timp ce altele aparent nu se însoțesc ca spre exemplu cheilo-gnato-palato-schizis. Este vorba în aceste din urmă cazuri fără îndoială de tulburări genetico-enzimatice, ce duc la apariția unor dismetabolii, dar care au un caracter trecător, interesînd doar o anume perioadă din cursul dezvoltării intrauterine și care își lasă amprenta prin aceste caractere dismorfice somatice. În acest sens pledează atît „legea echilibrelor de flux" a lui Delbrück cît și „teoria dezvoltării axiale" a lui Waddington, fundamentate pe mecanismul genetic al dezvoltării, pe care l-am prezentat succint.

Privite din acest unghi de vedere, dismorfiile și dismetaboliile apar ca două etape ale aceluiași proces disgenetic. Într-un prim stadiu, se produce o tulburare genetico-enzimatică a mecanismului arătat, conse-

Scanned with OKEN Scanner

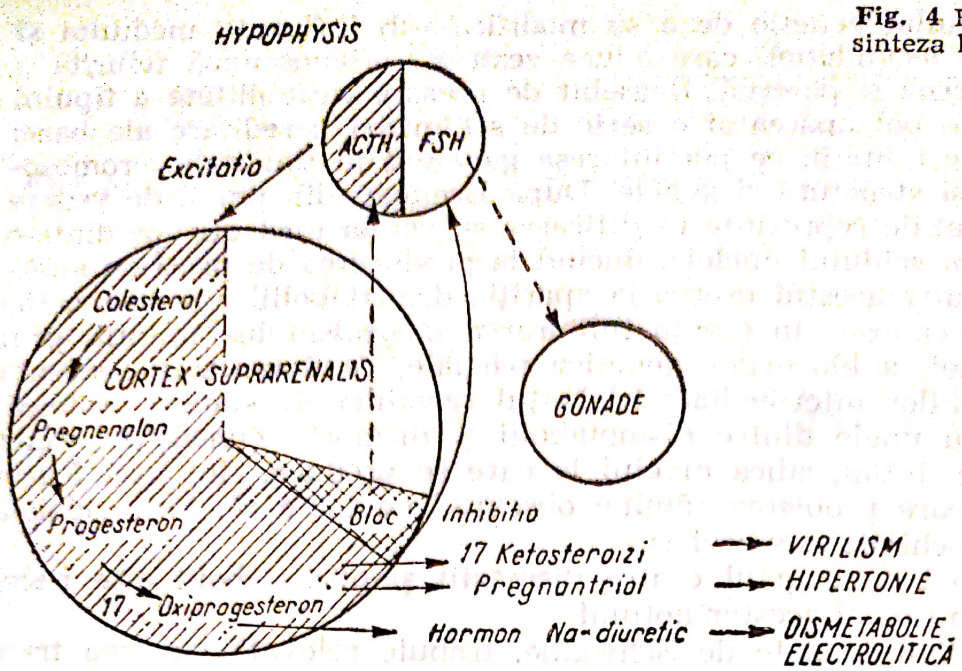


Fig. 4 Bloc genetic în sinteza hormonilor corticosteroizi.

cutiv căreia apare dismetabolia, pentru ca într-un stadiu mai tardiv, prin persistența modificărilor metabolice, să fie tulburat și procesul morfogenezei, fapt ce se traduce prin apariția caracterului dismorfic. În cazul în care dismetabolia este trecătoare, interesînd numai un anume stadiu al dezvoltării, rămîne să persiste exclusiv elementul dismorfic.

Cele enunțate de noi pot fi pregnant ilustrate prin sindromul adrenogenital, condiționat de un bloc genetic în sinteza hormonilor steroizi. Sindromul adrenogenital se prezintă sub trei forme clinice, care interferează existența unei dismorfii (cu virilism — dezvoltarea exagerată a organelor erectile, accelerarea ritmului creșterii și osteogenezei, apariția precoce a caracterelor sexuale secundare), cu o dismetabolie electrolitică (eliminarea crescută de corpi 17 ketosteroizi și de natriu în urină), sau cu o dismetabolie cu hipertonie arterială (eliminarea în urină a unei substanțe tetrahidro-S/ compusul S ce rezultă din transformarea 17 oxiprogesteronului). (Fig. 4).

Aceste forme clinice sînt determinate de o hiperplazie a diferitelor zone ale corticalei suprarenale, iar biochimic genetic de un bloc la nivelul transformării 17-oxiprogesteronului în 17-oxi-11-desoxicorticosteron interesînd compusul S (tetrahidro-S) sau compusul F (tetrahidro-F) în suita etapelor sintezei steroizilor. Sindromul este condiționat ereditar și se poate influența favorabil prin administrarea de cortizon, care inhibă ACTH în ciclul funcțional normal. În ciclul patologic, se produce o inhibiție a hormonului gonadotrop hipofizar, ce suprimă astfel interrelația hipofizo-gonadală.

Există astăzi cunoscute un număr de asemenea maladii ereditare, ce ar putea servi pentru ilustrarea celor expuse. De remarcat, că tratamentul substitutiv, ce se face în cazurile de asemenea disgenezii, nu influențează baza ereditară, ele ameliorînd numai situația individului respectiv. Dat fiind însă fenomenul de regresiune al mutațiilor și faptul că aceste maladii tind spre extincția indivizilor purtători prin se-

Scanned with OKEN Scanner

lecție naturală, dismetaboliile și dismorfiile nu au un rol major în evoluție.

Totuși din cele expuse, socotim că reiese necesitatea dezvoltării și răspîndirii cunoștințelor de genetică umană. Însușirea metodelor statistice de anchete antropogenetice în populație, analiza cromosomică a familiilor tarate, cercetarea grupelor sanguine, investigarea „micilor stigmate genetice" se impune cu necesitate așa fel, încît metoda genetică să intre în arsenalul investigației clinice.

Întreaga activitate morfo- și fiziogenetică este astfel dirijată în suita proceselor bio-fizico-chimice de sinteze proteice, marcată de particularitățile individuale ale lanțurilor polipeptidice.

În fond, această individualitate biochimică este concretizată într-o mare variabilitate intra- și interspecifică.

Această infinită variabilitate a organismelor a fost sesizată încă de Hipocrate acum aproape 2 500 de ani, cînd afirma că bolile nu sînt posibile în afara acestei variabilități a organismelor. De asemenea, Galen, la circa 600 de ani după Hipocrate, considera că, pentru apariția bolilor, este nevoie de o receptivitate individuală. În timpurile apropiate de noi, Osler William afirmă că „este mai important pentru medic ce fel de pacient are o anumită boală, decît a ști ce fel de boală are un pacient". Draper Georges a scris în 1944 o monografie „Constituția umană în clinica medicală", din care extragem următoarele aprecieri privind individualizarea biotipurilor umane în raportul lor cu anumite predispoziții la boală și capacități sportive.

— împărțirea oamenilor în două mari grupe: marea majoritate, 95%, cu însușiri în cadrul normalului, și o mică minoritate, 5%, care poate fi considerată ca deviată de la normal;

— fiecare ființă umană prezintă totuși practic unele deviații, unele mai evidente și mai importante decît altele, decelabile sau mascate la naștere, care mai tîrziu pot fi substratul susceptibilității la boli;

— există o variabilitate a oamenilor în raport cu nevoile nutritive braditrofe sau tahitrofe, care pot fi manifestarea unei receptivități individuale față de noxe.

Roger J. Williams, într-o monografie recentă (1974), studiază individualitatea biochimică, determinată genetic, și implicațiile sale în producerea maladiilor congenitale și dobîndite. Vom reveni asupra acestei lucrări, din care vom folosi numeroase exemple, pentru demonstrarea teoriei individualității biochimice a organismului uman.

Această individualitate întîi specifică și apoi tipologică este produsul unei îndelungate evoluții, care străbate întîi lumea nevertebratelor și apoi lumea vertebratelor, culminînd cu specia umană. Ea constă în individualizarea a numeroase procese enzimatice, morfogenetice și funcționale, care fac ca, cu toate progresele realizate în acest domeniu, limita dintre normal și patologic să rămînă nedefinită. Este o sarcină a geneticii umane și a medicinei să deceleze în viitor predispozițiile endogene ale variabilității individuale în raport cu reactivitatea față de diferite noxe sau medicamente, condiționate în ultima instanță genetic și implicit biochimic. Din acest punct de vedere, deosebim genotipul, materializat în cromosomii gameților, care rezumă întreaga evoluție biochimică a ascendenților, și paratipul, care concentrează toate influențele mediu-

Scanned with OKEN Scanner

lui extern. Genotipul și paratipul constituie împreună întregul material biochimic al fenotipului. Sinonime folosite pentru acești determinanți: pentru genotip: genom și homeostază; pentru paratip: plastidom (plasmon și plastom) și peristază, iar pentru fenotip: biotip (fig. 5).

Dacă tipul specific și chiar individual este condiționat genetic, influența mediului ambiant nu trebuie neglijată, ea putînd modifica cursul dezvoltării ontogenetice. În fapt, sinonimele de mai sus reactualizează termenii mai vechi al lui T a n d l e r, anume pentru genom: construcția, și pentru plasmon: condiția. Ambele entități sînt indispensabile dezvoltării individuale, ceea ce a făcut pe scriitorul spaniol O r t e g a Y G a s s e t să afirme că „omul este un program", înțelegînd prin aceasta că numai genotipul nu este suficient să realizeze individul uman, fără concursul paratipului, chiar dacă aceasta nu înseamnă numaidecît condițiile normale ale dezvoltării: hrană, oxigen etc., ci și condițiile nenumărate improprii care stînjenesc sau împovărează dezvoltarea, ca: inaniția, frigul, alcoolismul, teama, noxe bacteriene sau virotice etc. Cîți dintre produșii concepției văd lumina zilei? Cîți dintre cei născuți ajung

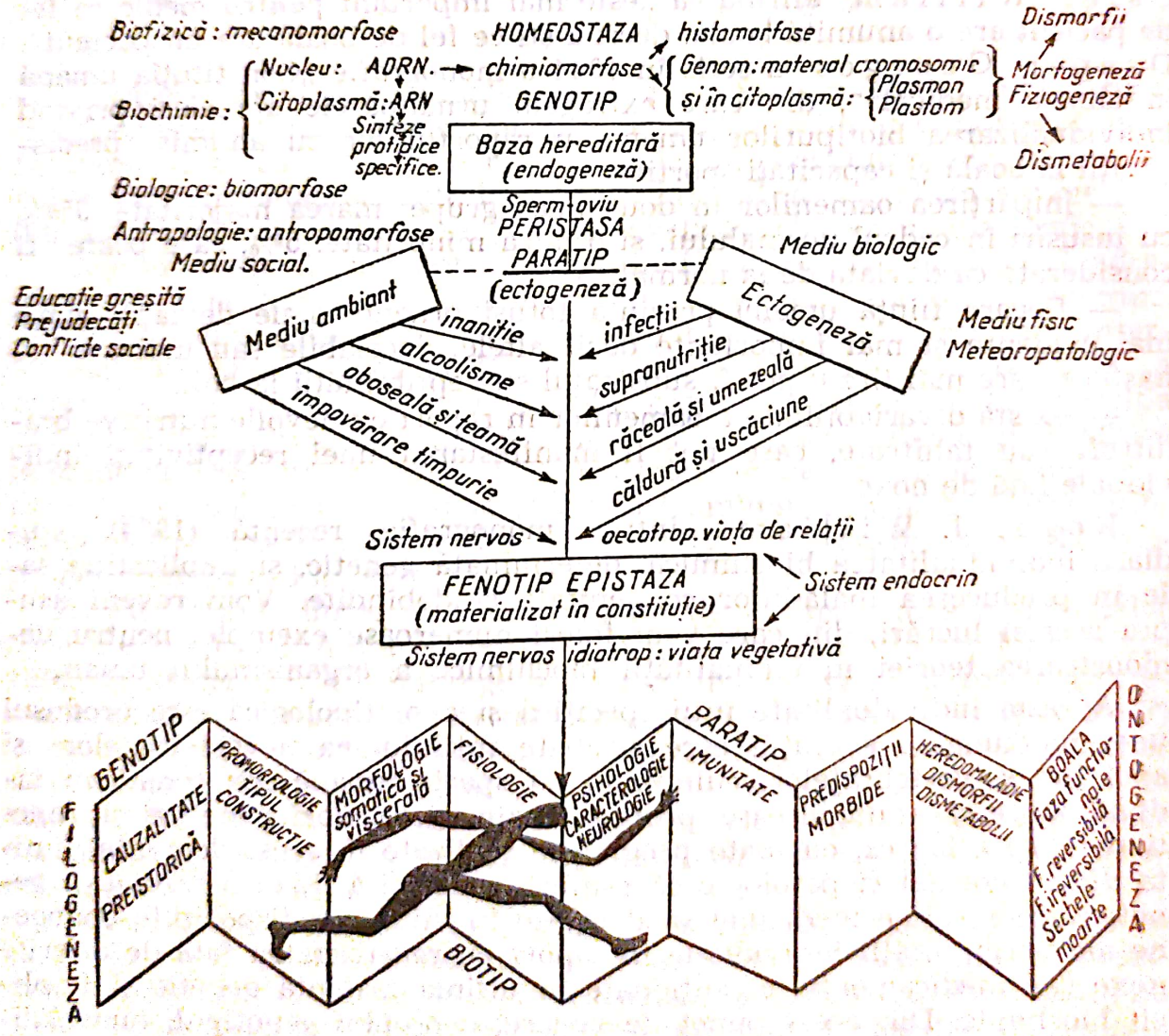


Fig. 5 Componentele fenotipului uman și influențele normale și patologice ale mediului ambiant (completată după G. Draper și I. Th. Riga)

Scanned with OKEN Scanner

în a doua copilărie sau adolescență? Cîți ating maturitatea sau vîrsta senescenței? Răspunsul la aceste întrebări este unul singur: condiția favorabilă a dezvoltării genotipului. Astfel că genetica actuală nu face numai o protecție genetică, prin evitarea progeniturilor tarate genetic, dismorfic sau dismetabolic, ci asociază la profilaxia genetică o veritabilă antropotehnie, de realizare a tuturor condițiilor fizice, biologice și sociale, necesare unei dezvoltări normale pre- și postnatale. Evident că pentru medicii și antropologii noștri sensul dat acestei genetici preventive este acela de dirijare științifică a antropomorfozelor.

Evoluția animală a realizat o serie de tipuri metabolice condiționate genetic, variabile cu specia. Astfel, catabolismul proteinelor se încheie la păsări cu acidul uric, iar la mamifere cu ureea. Dintre mamifere, numai șobolanul are capacitatea hereditară de sintetizare a acidului ascorbic. La cîine predomină, ca produs al catabolismului purinelor, alantoina; iar la cîinii dalmații, acidul uric.

Deosebit de acțiunea hereditară, genetică a cromosomilor, factorii mutageni, de natură foarte variată, intervin în delimitarea tipurilor de metabolism intraspecific, reprezentînd unul din mecanismele foarte obișnuite ale individualizării biochimice.

Luînd exemplul hranei, acesta este un factor care determină reacțiile chimice ce au loc în organism, însă potențialitatea de a produce enzimele rezultă în fondul ereditar, de natură genetică, ce cumulează și efectul mutațiilor.

Deosebit de importante sînt genele permeabile (gene modificabile prin influențe paratipice) și blocurile genetice parțiale, relevate de Mitchell, în 1955, în lucrarea sa „Genetica și metabolismul". Astfel prin iradierea bacteriei Neurospora, se produceau mutanți incapabili de a efectua reacții biochimice definite, ce puteau fi însă corectate prin adaos de biotină și riboflavină, care în mod normal se găsesc în echipamentul metabolic al neurosporei.

Studiile de genetică microbiană au învederat frecvența mare a blocurilor parțiale, care au o deosebită importanță și în genetica animală și umană în patogenia dismorfiilor și dismetabolilor, apariția lor tulburînd secvența normală a stadiilor intermediare în lanțul reacțiilor de sinteză protidică.

În mod normal, influența morfogenetică a activității enzimatice a genelor determină mărimea și forma diferitelor organe sau viscere. De asemenea, tot genele condiționează și potențialitatea fiecărei reacții chimice care are loc în organism, explicînd variațiile eficienței lor de la individ la individ, de la un organ la altul.

Există o corelație intimă între variațiile anatomice și caracteristicile biochimice ale indivizilor, relevată îndeosebi de studiile lui Williams R. J. Pe animale, Riddle demonstrează că lungimea intestinului, poziția tiroidei și hipofizei, topografia ficatului, greutatea gonadelor și a inimii sînt sub control genetic, diferind după specii (fig. 6, 7).

De asemenea, Williams R. J. a studiat la om o serie de anomalii și variante anatomice (dinții corelați cu tipul de masticație, forma și dimensiunile esofagului și ale stomacului, variațiile deschiderii coledocului și a canalelor pancreatice la diferite populații, topografia intestinului în raport cu vîrsta, variațiile de formă și greutate ale ficatului, variații car-

Scanned with OKEN Scanner

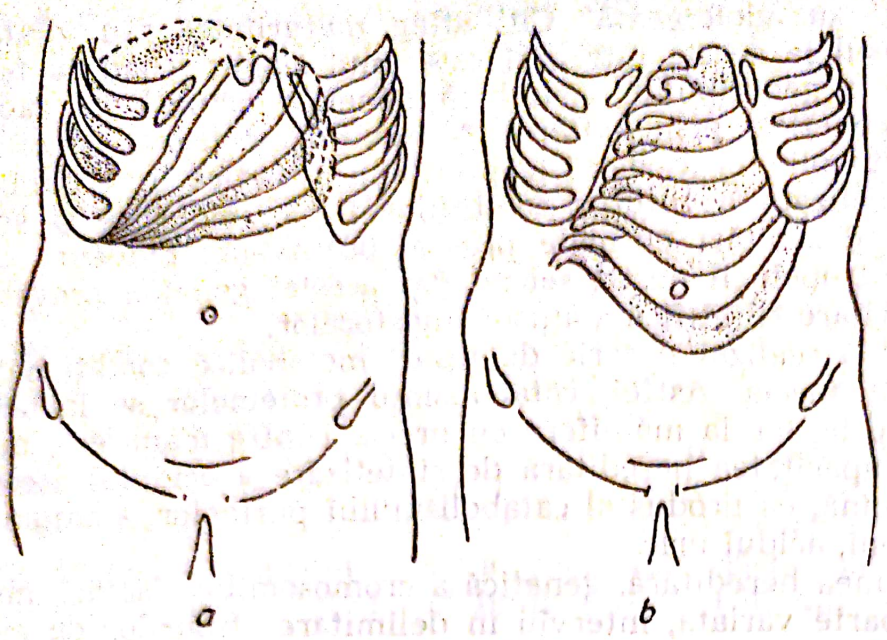


Fig. 6 Variațiile de formă și poziție ale ficatului *(a)* și stomacului *(b)* — (după *Anson B.I.*)

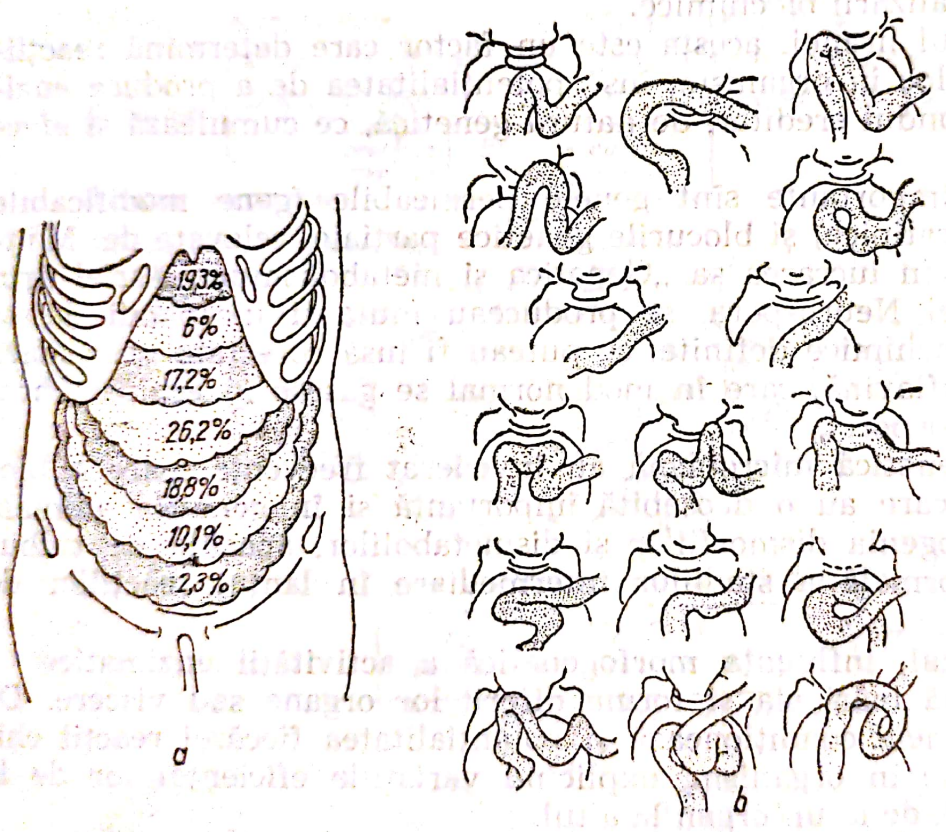


Fig. 7 Variațiile de formă și poziție ale colonului transvers *(a)* și pelvin *(b)* — (după *Anson B.I.*)

diovasculare privind forma și mărimea cordului, originea arterelor din arcul aortei, modelul venelor superficiale, variații în aspectele morfologice ale sîngelui și măduvei hematopoetice, variante anatomice ale plămînului și tractului respirator, variațiile de mărime, formă și inserții ale mușchilor scheletici, diferențe histologice, fiziologice și biochimice ale mușchilor, diferențe de scriere ale copiilor, condiționate genetic de variabilitatea mușchilor și conexiunilor nervoase, diferențele anatomice condiționate de dimorfismul sexual și unde baza biochimică este evidentă, variantele de lungime în canalul vertebral al măduvei spinale, ale originii

Scanned with OKEN Scanner

nervilor spinali, ale traiectului unor trunchiuri nervoase, ca sciaticul şi recurentul, diferenţe topografice senzitive în raport cu distribuţia nervoasă, variaţiile structurale ale sistemului nervos central corelate cu tulburări şi deficienţe funcţionale, variante ale glandelor endocrine; toate aceste variante şi anomalii sînt considerate de autor ca dovezi de diferenţiere biochimică a constituţiei individuale şi determinate pe bază genetică, dat fiind că le constată a fi hereditare, recesive sau dominante în aceeaşi familie sau în generaţii succesive. Se poate trage astfel concluzia că toate variantele anatomice prezintă modele biochimice diferenţiate de la tipul specific, dar în limitele normale. Amintim aici definiţia acestor noţiuni, dată de Schwalbe în tratatul său asupra malformaţiilor. Malformaţia implică o tulburare accentuată a funcţiei şi a formei, intrînd — după noi — în cadrul dismorfiilor; anomalia are caracter morfologic prin îndepărtarea formei de la normal fără alterare funcţională, iar varietatea constituie de fapt o schimbare a formei, nu prea departe de aspectul normal al tipului de construcţie; atît anomalia cît şi varietatea nu sînt asociate deci cu modificări funcţionale, fiind de fapt variaţii pe o temă fundamentală, atît în cadrul individual cît şi în cadrul speciei.

Evident, se pot constata treceri gradate între aceste trei feluri de modificări ale morfogenezei, malformaţiile şi anomaliile intrînd în cadrul teratogenezei, pe cînd varietatea rămîne în cadrul morfogenezei normale.

Trebuie să menţionăm aici că chiar în morfogeneza embrionară patologică, organismul pe cale de edificare reacţionează plastic, adaptîndu-şi potenţialităţile sale vitale şi izbutind să supravieţuiască, chiar cu malformaţii.

Cercetările de embriologie chimică ale lui Brachet A. Jean, din ultimii 20 de ani, au demonstrat că procesele de gametogeneză, fecundaţie, segmentaţie şi diferenţiere celulară morfofiziologică sînt în ultimă instanţă determinate biochimic prin acţiuni inductoare, în care ADN şi ARN, proteinele, grupele SH şi ATP sînt indispensabile dezvoltării oului.

În procesele de diferenţiere succesive intervin acţiuni între genele din nucleu şi din citoplasmă. Primele diviziuni nu implică intervenţia neapărată a nucleului, deoarece, aşa cum au arătat Harvay (1936) şi Staufer (1945) se pot obţine blastule anucleate la ariciul de mare şi amfibii, în timp ce stadiul de gastrulă solicită nucleul. H. Driesch (1894) a emis o teorie preluată de Th. Morgan (1934), care admitea că nucleii care aveau aceeaşi potenţialitate erau distribuiţi în celule cu o citoplasmă chimic diferită. Astfel, activitatea genelor era stimulată în anumiţi nuclei şi inhibată în alţii. Întrucît genele controlează reacţiile enzimatice, acestea produceau schimbări în citoplasmă, care acţionau recurent asupra nucleului, determinînd o specializare progresivă a diferitelor părţi ale zigotului pe cale de dezvoltare (Fr. Vogel). Această teorie a fost dezvoltată în timpul din urmă de Waddington şi Brachet.

În acelaşi sens, H. Spemann a stabilit rolul inductor al cordomezoblastului, a cărui intenvenţie în organizarea construcţiei embrionare se traduce prin gradiente şi cîmpuri, ca, de pildă, cel axial (care deter-

Scanned with OKEN Scanner

mină orientarea antipolului față de pol), sau cel cortical, a cărui valoare morfogenetică este maximă dorsal, diminuînd simetric spre partea ventrală.

Acești inductori sînt în ultimă instanță substanțe biochimice, orientînd morfogeneza pe cale enzimatică. Cercetări recente au stabilit inhibarea lor prin lipsă de oxigen și, consecutiv, apariția unor grave malformații care au la bază dismetabolii corespunzătoare.

Individualitatea biochimică, genetică, anatomică, funcțională, evolutivă și farmacodinamică este demonstrată de o serie de fapte relative la compoziția chimică a organismului, echipamentele enzimatice individuale, activitatea endocrină, tipuri și niveluri de excreție, efecte farmacodinamice, particularități metabolice, caracteristice individuale de creștere, tipuri de termoreglare, caractere specifice de reactivitate (idiosincrazie, alergie), variații ale tensiunii arteriale, rezistivitate electrică, variații ale sensibilității gustative, receptivitate la grefe, necesitățile nutriționale individuale etc., etc.

Relativ la compoziția biochimică se pun trei probleme:

— există date concrete analitice de diferențe în compoziția chimică a fiecărui organism?

— există diferențe interindividuale nete, privitoare la componentele specifice?

— diferențele constituției biochimice au o semnificație genetică, ereditară?

Aceste trei aspecte, care aparțin genotipului, sînt direct influențe de paratip, dar interrelația dintre cele două componente ale fenotipului este de ordin dialectic, influențîndu-se reciproc.

Apa de constituție, determinată cu oxid de deuteriu, variază în limite largi individuale în funcție de sex, vîrstă, tip constituțional.

Sîngele prin constantele sale biofizice, biochimice, biologice, imunologice etc., prezintă de asemenea o mare variabilitate individuală, cu predispoziții specifice față de noxe variate: tumori, ulcere, afecțiuni ginecologice, pulmonare, bacterioze etc.

Grupele sanguine sînt legate de anumite predispoziții: grupul 0 la ulcer peptic; grupul A la neoplasme, Rh pozitiv la toxemia gravidică, avorturi, sterilitate etc.

Variabilitatea albuminelor, globulinelor și fibrinogenului plasmatic, după indivizi, conferă de asemenea o anumită receptivitate patologică.

Variabilitatea electroliților și a constituenților organici ai sîngelui, ca: glucoza, acetilcholina (valori ridicate în astmul bronhic), histamina (prag crescut în stadiul preleucemic), lipidele (Man și Gilden), colesterolul (Spewy), aminoacidemia (Page), vitaminele sanguine etc., sînt legate de originea genetică a sistemelor enzimatice, condiționate de constituția biochimică proprie fiecărui individ.

Compoziția biochimică a salivei, de asemenea individuală (concentrația în aminoacizi, electroliți, apă etc.), determină diferențele de sensibilitate gustativă, testată prin PTC (fenil tiocarbamidă).

Variațiile individuale ale sucului gastric (concentrație în pepsină și HCl) sînt dependente de vîrstă, temperament, influențe diurne, sex, anumite obiceiuri (fumat, alcoolism), cu anumite predispoziții patologice.

Scanned with OKEN Scanner

Variațiile în aminoacizi ale sucului duodenal sînt caracteristice pentru anumite afecțiuni.

Compoziția laptelui, caracteristică diferitelor specii animale, suferă variații individuale (conținut în vitaminele B, B_{12}, C și A) condiționate tot de factori genetici.

Privitor la compoziția oaselor, oarecum stabilă, se constată variații individuale, în afară de unele stări fiziologice, în unele maladii hereditare, cum este osteogeneza imperfectă, care expune la fracturi iterative; și aici se manifestă influența factorilor paratipici de mediu (nutriție, avitaminoze etc.).

Culoarea și rezistența părului, cu caractere individuale, recunosc diferențe de compoziție chimică în ceea ce privește conținutul în Fe, Cu etc.

Același lucru se poate spune de culoarea grăsimii în funcție de lipidele consumate. Cercetări comparative pe animale au stabilit marea variabilitate individuală în compoziția chimică a diferitelor organe și țesuturi, condiționată genetic (fosfocreatinina în ficat, conținutul în Cu și ADN al spermiilor, ionograma ficatului etc.).

În privința echipamentelor enzimatice, eficiența lor apare diferită interindividual, fiind condiționată genetic.

Fosfataza alcalină plasmatică prezintă variații individuale între 1,29 și 14 unități, în raport cu sexul, vîrsta, diferite afecțiuni (crește în boala Paget, hiperparatiroidism, icter obstructiv, scade în rahitism).

Fosfataza acidă sanguină arată de asemenea variații interindividuale, mai ales în legătură cu pragul de excreție urinară și în funcție de sex și de starea funcțională a diferitelor organe.

Arginaza sanguină variază cu sexul și vîrsta, prezentînd și diferențe interindividuale între 2,5 și 7,1 unități.

Cholinesteraza sanguină prezintă variații interindividuale, care se modifică cu vîrsta, sexul, diferite afecțiuni (hepatita virală), activitatea sa fiind determinată genetic (Hall, Lucas, De la, Huerga).

Analiza serică prezintă variații interindividuale foarte mari, în timp ce variațiile intraindividuale sînt foarte mici, fără legătură cu sexul, alimentația și efortul fizic (Somogy).

Alte enzime, cum ar fi catalaza plasmatică, fenosulfataza serică, lipaza serică, peptidazele, eritrocitele umane, aldolaza sanguină, dehidropeptidaza (Meister și Greenstern), B_6 — conjugaza (Wolff), sînt de asemenea condiționate genetic, iar variațiile lor interindividuale sînt determinate funcțional.

Studii asupra betaglicuronidazei sanguine (Cochen și Bittner) au arătat la 13 varietăți de șoareci valori caracteristice, variind între 4 și 125 unități, fapt care sugerează substanțiale diferențe genetice interindividuale cu privire la activitatea acestei enzime, cu consecințe asupra metabolismului acidului glicuronic.

Referitor la enzimele tisulare, menționăm diferențe interindividuale în activitatea arginazei din tegument și eritrocite a anhidrazei carbonice din aorta umană, responsabilă de diferitele variante anatomice ale acestui vas (Bergmann), activitatea ATP-azei (țesutul venos nu are activitate ATP-azică).

Investigații asupra utilizării dextroaminoacizilor de către oameni indică diferențe interindividuale foarte pregnante cu privire la enzime,

Scanned with OKEN Scanner

condiționate probabil genetic de baza ereditară. De exemplu, enzima care produce oxidarea levofenilalaninei era absentă în țesuturile hepatice a doi indivizi excretori de acid fenilpiruvic, în timp ce enzima era prezentă la 3 martori, excreția acidului fenilpiruvic fiind controlată genetic.

În concluzie, fiecare individ are un tip de echipament enzimatic care condiționează tipul metabolic, acesta la rîndul său determinînd tipul morfo- și fiziogenetic.

Pe baza acestor date experimentale, s-a creat o enzimologie clinică, care are importanță diagnostică (valorile unor anumite enzime sînt caracteristice pentru anumite maladii), și s-au putut descifra mecanismele fiziologice și fiziopatologice atît ale unor serii de dismetabolii pe bază genetică cît și a unei variații exagerate din cadrul normalului. Astfel, boli ca oligofrenia fenilpiruvică, albinismul, tirozinoza, alcaptonuria sînt datorite unor eficiențe în lanțul enzimatic care intervine printr-un bloc parțial în metabolismul protidelor.

Toată activitatea metabolică prenatală și postnatală a organismului concretizată în morfogeneză și hemeostazie este în ultimă instanță determinată de mecanisme endocrine. În acest sens, activitatea endocrină aduce o serie de fapte revelatoare pentru demonstrarea individualității biochimice.

După înzestrarea endocrină există diferențe individuale în talie, reactivitate (rezistență sau receptivitate) față de noxe, longevitate, comportament la variațiile mediului etc. Zestrea endocrină comportă variații de greutate, de dimensiuni, de producție cantitativă și calitativă de hormoni, de necesitățile în aportul nutritiv pentru sintezele hormonale și de interrelațiile în constelația endocrină, elemente care se leagă de anumite tipuri de metabolism dependente de sistemele enzimatice, a căror eficiență în ultimă instanță este condiționată tot genetic.

Explorîndu-se tiroida cu izotopi radioactivi, pe 400 de indivizi (R i d d l e), s-au decelat variații ale iodului legat de proteine, între 2,5 și 11,5‰.

În regiunile endemice, nu prezintă gușă decît anumiți indivizi, care necesită cantități mari de iod pentru producerea hormonilor iodați. Mai mult însă, chiar în locurile unde se consumă hrană marină (bogată în iod), există indivizi cu gușă, ceea ce demonstrează individualități în necesitățile trofice, condiționate tot genetic.

Privitor la paratiroide, cercetările pe animale și pe oameni, prin determinarea clearence-ului fosfatic, au arătat atît variații marcate ale acestui test, cît și existența unei sensibilități individuale la hormonul paratiroidian.

Relativ la pancreas se constată variații individuale ale vitezei potențiale de producere a insulinei în limite foarte largi (10—40%), care țin nu numai de factorul paratipic alimentar (carențe diverse, subnutriție, supraalimentare etc.), ci și de interrelațiile hormonale cu hipofiza, tiroida, suprarenalele și ficatul.

Gonadele caracterizează individualitatea biochimică a dimorfismului sexual. În viața embrionară, pînă la diferențierea lor, organismul pe cale de edificare este indiferent din punct de vedere sexual. Gonada, în timpul acestei dezvoltări, are cortexul femel și medulara masculină. După predominanța unei părți sau alteia a mezonefrosului în embrioge-

Scanned with OKEN Scanner

neză, aceasta viriază către ovar, cînd predomină dezvoltarea corticală și invers, spre testicul, cînd predomină cea medulară. Variațiile dintre proporția corticalei și medularei nu se cunosc, dar excreția zilnică de oestrogeni variază în limite largi, mai ales la femei între menstruații între 18 și 36 g (Jallagher) și între 10 și 39 g (Reinfeinstein și Dempsey), iar la bărbați între 27 și 10 g (Pincius). Se pare că oestrogenii la sexul masculin provin din zona corticală a testicului, în glanda diastematică. Variația oestrogenilor condiționează și activitatea sexuală (Kinsey).

Așa cum ovarele pot varia ponderal între 2 și 10 g și testiculele pot avea o greutate diferită, între 10 și 45 g, putînd astfel ajunge la monorchizi (criptorhizi) chiar la 70 g (Curling), astfel că este greu a delimita normalul de anormal. Cît privește androgenii, produsul glandei interstițiale din medulară, și aceștia prezintă mari variații interindividuale la ambele sexe: la masculi între 21 și 76 ani, excreția variază de la 0,2—6 g pe zi pînă la 35 de ori mai mult (Dobriner), iar la femei variații între 2—85 U.I. pe zi pînă de 44 de ori mai mult (Dorfman); numai că variațiile exagerate nu mai țin de deosebiri individuale, ci de alte cauze, care modifică constituția biochimică a organismelor cum ar fi influența patologică a suprarenalelor și hipofizei. Dacă pentru spermiogeneză o temperatură mai scăzută este favorabilă, iar pentru ovogeneză o temperatură mai crescută are același efect, faptul se explică prin aceea că hormonii sexuali sînt produsul glandei interstițiale, care nu este influențată de temperatură.

La suprarenale se constată diferențe de greutate indivduale în raportul de la 1—3, care structural se vădesc în diferențe de grosime ale diferitelor zone corticale între ele și ale acesteia în raport cu cea medulară. Aceste diferențe condiționează individualitatea biochimică, sub forma unor tipuri specifice de metabolism, care pot părăsi normalul intrînd în diferitele aspecte ale sindromului adrenogenital.

Cum hipofiza are rolul unui creier endocrin care reglează întreaga activitate hormonală în corelație cu zona hipotalamică (sistem diencefalohipofizar), ea determină variații însemnate ale metabolismului, condiționînd individualitatea biochimică. Mai mult chiar, SDH conduce în ontogeneza prenatală, cum credem noi, întregul proces de morfogeneză organică după difernțierea lui și, prin intermediul hormonului stimulator al celulelor interstițiale (ICSH) inclus în hormonii gonadotrofici, chiar dimorfismul sexual. Acest fapt pare confirmat și de reducerea pînă la 1/6 a dezvoltării gonadelor la șobolanii hipofizectomizați după naștere.

Există variații în producerea hormonilor hipofizari, de natură genetică, și care relevă principiul gradienților genetici, ca, de exemplu, al hormonului somatotrop (STH), al cărui exces determină gigantismul și a cărui deficiență, nanismul hipofizar.

În concluzie, fiecare individ, normal sau nu, are un tip constituțional endocrin specific, bazat pe potențialități anatomice, funcționale și biochimice ale fiecărei glande și echilibre intricate între diferiții factori endocrini în limite foarte mari (în raport 1—10), putîndu-se totuși considera o medie mai frecventă între tipurile endocrine extreme. Menționăm totodată că sistemul endocrin este unul din dispozitivele care condiționo-

Scanned with OKEN Scanner

nează diversele aspecte ale patologiei corelative, dobîndite sau determinate genetic.

Și în funcția de excreție, există tipuri individuale, privind diferiții constituenți ai urinei (Na, K, tiamina, acidul nicotinic, vitamina B_{12}, acidul folic, hormonii steroizi, fosfataza acidă etc.), ale căror investigații au arătat că există un proces biochimic ereditar pentru fiecare element. În acest sens pledează și observațiile pe gemeni uniovulari care, deși aveau o dietă identică, prezentau tipuri de excreție diferențiată, condiționată deci genetic.

Variațiile extreme ale excreției pot caracteriza unele dismetabolii, cum este alcaptonuria.

În legătură cu susceptibilitatea la acțiunea medicamentelor, este de remarcat că și aici se manifestă o marcată variabilitate în capacitatea de reacție a individului, care recunoaște tot un substrat biochimic concretizat în tipul specific metabolic, respectiv enzimatic și care, în ultima instanță, este condiționat tot ereditar.

Citățm astfel variații de răspuns la numeroși agenți farmacologici, cum ar fi alcoolul, cloroformul, acidul boric, nicotina, aspirina, fiziostigmina, hormonii, atropina, antibioticele, butazolidina, hidrazida izonicotinică, histamina etc. Procentajul și intensitatea acestei reactivități individuale variază în funcție de substanță și de tipul constituțional farmacodinamic amfoter, cationic sau anionic.

O reactivitate similară se constată și față de radiațiile ionizante, în unele cazuri efectul acestora depinzînd de tipul endocrin condiționat genetic.

Metabolismul bazal, în strictă dependență de sistemul neuroendocrin, prezintă variații de la individ la individ, chiar dacă factorii paratipici naturali (dieta alimentară, modul de activitate, climatul etc.), sînt aceiași.

Creșterea este condiționată de individualitatea biochimică. Doi copii de aceeași vîrstă și sex, puși în condiții identice, pot avea potențialități prospective de creștere și dezvoltare diferite.

Și alte constante biofizice, biochimice și fiziologice, cum ar fi: termoreglarea (G u d e l), oxemia (H a l s t e a d), tensiunea arterială (H o p k i n s), izoionia etc., prezintă diferențe individuale genetice.

Tot aici menționăm și marea variabilitate a sensibilității algezice (H o p k i n s), crescută la unele excitații, de exemplu, termice, în raport cu cele proprioceptive, sensibilitatea gustativă de asemenea diferită și explorabilă prin testele la creatină, feniltiocarbamidă (PTC) și sulfatul de bariu, sensibilitatea olfactivă decelabilă prin testul la CNH (acidul cianhidric), stabilizat în soluție de cianură de potasiu și diferite după sex, vîrstă constituție genetică etc. Aceste sensibilități particulare se moștenesc, părinții care le-au avut dezvoltate transmițîndu-le descendenților lor în același grad (K i r k și B l a k e s l e e).

Receptivitatea la viroze și bacterioze, ca și variabilitatea mare în capacitatea de imunizare a organismelor sînt de asemenea strîns legate de individualitatea biochimică condiționată genetic (L e m u e l).

Tot așa este manifestată și variabilitatea în grefarea transplantelor, care ține de constituția biochimică a sîngelui (grupele sanguine) și de reacțiile imunologice ale sistemului reticulohistiocitar (L o e b).

Scanned with OKEN Scanner

Rezistivitatea electrică este cunoscută a se manifesta în limite individuale largi (D a l z i e l).

O menţiune aparte în studiul individualităţii biochimice o necesită prezentarea principiului genetotrofic al lui W i l l i a m s („individualitatea biochimică"), care condiţionează intervenţia terapeutică în structura funcţională fenogenetică prin corectarea deficienţelor nutriţionale ale individului şi care ar reprezenta o „terapie de substituţie" pe cale trofică.

Acest principiu este fundamentat de necesităţile biologice de substanţe nutritive ale unui individ: electroliţi (K, Ca, Cu, Na, Zn, Co), aminoacizi, ale căror cantităţi variază după vîrstă (copiii în perioadele de creştere şi adulţi pentru întreţinerea organismului); vitamine (A, C, D, B_1, B_2, PP, acid pantotenic, acid folic), etc., determinate genetic, în raport cu echipamentul enzimatic individual. Citǎm astfel de cazuri de hipospermie idiopatică, consecutive unei blocări genetice parţiale în sinteza argininei, care poate fi corectată prin terapie substitutivă cu arginină. Privitor la nevoile de calciu, în ţările orientale, acestea sînt mult reduse, făcîndu-se eliminarea prin selecţie naturală a celor cu necesităţi crescute. Există diferenţe individuale în necesităţile de riboflavină, consecutiv unor blocări genetice parţiale, care pot fi influenţate pe aceeaşi cale. Acelaşi lucru se poate spune şi despre întregul complex B, implicit în producerea a numeroase enzime.

Interesant este de menţionat faptul că la dietă egală, individul cu metabolismul echilibrat nu depăşeşte nevoile obişnuite, pe cînd cu o carenţă oarecare în ordinea enzimatică are un consum excesiv. În acest sens pledează şi experienţele lui W i l l i a m s la şobolani, prin asociere de alcool la diete carenţate în comparaţie cu diete normale, acestea nefiind acceptat decît de cei cu deficienţe nutriţionale.

Experienţe la copii cu dietă zaharată dar cu reactivitate genetotrofică diferită confirmă observaţiile pe animale (M a y).

Principiul genetotrofic ilustrează concludent noţiunea de individualitate anatomică şi biochimică, reducînd în mod normal la minimum consumul de substanţe nutritive şi exagerîndu-l în deficienţele enzimatice congentitale, explicînd astfel cauzalitatea diferitelor dismorfii şi dismetabolii, pe bază mutagenă. Acest principiu, după W i l l i a m s, relevă importanţa ectogenetică a mediului, prin influenţa paratipică a nutriţiei în componenta fenotipului.

Astfel se reactualizează vechea concepţie hipocratică a constituţiei în viaţa normală şi în boală, noţiune pe care Fr. I. Rainer a fundamentat-o în opera sa.

Azi nu mai putem înţelege această reactivitate individuală a omului pe bază biologică, ci şi socială, fapt ce nu scapă nici chiar autorului principiului genetotrofic, W i l l i a m s J. R o g e r, directorul Institutului de biochimie din Texas, care afirmă că în biologie şi medicină ne-am concentrat prea mult asupra unui singur tablou izolat al omului, considerat numai morfologic, şi am abordat prea puţină atenţie oamenilor, indivizilor, deci populaţiei care formează societatea încadrată în mediul său fizic, biologic şi social. Această gîndire sintetică se dezvoltă în strînsă interdependenţă cu adîncirea cunoaşterii analitice a materiei vii, a materiei în mişcare ajunsă pe treapta superioară a organizaţiei biolo-

Scanned with OKEN Scanner

gice, biomorfoza (B u r g e r M.), iar pentru om — antropomorfoza (I. T h. R i g a).

Adîncirea explorării substratului organizat al vieţii, trecînd de la structurile anatomice şi microscopice la cele electrono-microscopice sub aspectul lor funcţional, trebuie completată cu cele biofizice şi biochimice pînă la nivelul biologiei moleculare, interesînd nu numai echipamentul enzimatic al celulei, unitatea elementară a vieţii, ci şi baza ereditară, genetică, care condiţionează această înzestrare şi procesele de morfogeneză şi fiziogeneză.

Este intersant de menţionat teoria lui M i h a e l i t z (1949), care demonstrează că influenţele paratipice ale mediului se manifestă numai asupra citoplasmei, determinînd modificări individuale ereditare. Cînd aceste influenţe acţionează şi asupra echipamentului enzimatic nuclear, prin inversarea codului pe cale de reaferentaţie cibernetică, atunci apar mutaţiile, variaţii ereditare ale fenotipului.

Progresele geneticii din ultimii 15 ani au creat modele concrete cibernetice, în care substratul genetic specific este creat biochimic, are o structură şi funcţionează după principiul păstrării informaţiei ereditare şi transmiterii ei mai departe într-un anumit moment (modelul lui W a t s o n - C r i c k al nucleoproteinelor de tipul ADN şi ARN).

Caracterele morfologice şi funcţionale specifice ale unui individ sînt determinate de împletirea între ele a numeroase lanţuri de gene, formînd o „reţea de gene active“ pe cale enzimatică (K u h n, 1935). În funcţionarea acestor gene-enzime trebuie relevată specificitatea enzimei, care ţine de specificitatea proteinei care o suportă, iar specificitatea proteinelor rezidă în compoziţia şi succesiunea diferiţilor aminoacizi ce o constituie, explicînd astfel specificitatea transmiterii informaţiei ereditare.

De altfel, baza ereditară cu tendinţe conservatoare în raport cu o variabilitate infinită a tipurilor de evoluţie trebuie considerată ca fiind produsă pe calea paratipică, prin asimilarea mediului, fără de care nu se poate concepe ideea de evoluţie.

Explorarea substratului organizat al vieţii, trecînd de la structurile anatomice şi microscopice la cele electronomicroscopice, sub aspectul lor funcţional trebuie completată cu cele biofizice şi biochimice pînă la nivelul biologiei moleculare, interesînd nu numai echipamentul enzimatic al celulei, ci şi baza ereditară genetică ce condiţionează această înzestrare, procesele de morfogeneză şi fiziogeneză.

Este deosebit de important de stabilit trecerile de la chimiomorfoză la biomorfoză. În acest sens, studiul individualităţii biochimice determinată genetic deschide noi perspective în elucidarea mecanismelor genetice normale şi patologice. Individualitatea biochimică adîncită şi cunoscută creează posibilităţi noi în profilaxia şi terapia maladiilor genetice, lărgind orizontul unei baze ştiinţifice de protecţie genetică.

Totodată, cercetarea individualităţii biochimice ne poate furniza informaţii corolare asupra modelului genic individual, mărind astfel posibilităţile investigaţiei genetice, a cărei importanţă justifică a fi inclusă în arsenalul investigaţiei clinice.

Corelarea tipului biochimic individualizat cu cel morfologic prezintă de asemenea o deosebită importanţă practică şi teoretică.

Scanned with OKEN Scanner

Cunoașterea tipului constituțional (fenotipul), a componentelor sale genotipice și paratipice *are o însemnătate deosebită pentru activitatea sportivă* întrucît de cultivarea anumitor calități înnăscute sau dobîndite depinde succesul practicării unor discipline sportive. De asemenea, selecția sportivă trebuie efectuată pe baza unor criterii științifice în cadrul cărora investigația genetică trebuie să ocupe o pondere însemnată. Însăși întreaga metodologie și desfășurare a antrenamentului trebuie să se bazeze pe o profundă cunoaștere a tipului constituțional, a potențialului genetic al organismului, astfel încît prin acțiunea convergentă și dirijată a factorilor de mediu (efort fizic, alimentație, climă ș.a.) să se obțină randamentul sportiv maxim.

Cercetările recente, așa după cum s-a văzut, dovedesc că fiecare organism reprezintă o individualitate biochimică, constantele homeostatice, enzimele, configurația endocrină fiind diferite de la individ la individ.

Fără a nega rolul mediului care are o însemnătate deosebită atît prin influențele paratipice care se manifestă asupra citoplasmei conducînd la somații, cît și prin acțiunile directe exercitate asupra echipamentului enzimatic nuclear și corolar prin apariția mutațiilor datorită inversării codului pe cale de reaferentație cibernetică, trebuie să subliniem importanța mare a genotipului care intervine pregnant în condiționarea individualității umane. Receptarea influențelor de mediu depinde în măsură considerabilă de configurația genică ereditară. Rezultatele antrenamentului și în deosebi atingerea parametrilor de performanță sînt condiționate în proporție de cel puțin 50% de fondul ereditar.

Cunoașterea acestui fond ereditar comportă patru etape care vor trebui introduse în mod obligator în practica selecției și antrenamentului sportiv.

1. *Analiza biochimică* a tipului constituțional, în măsura să ne furnizeze informații corolare asupra configurației genetice a individului:

Importanța acestei investigații este deosebită. Citățm spre exemplu faptul că viteza potențială de producere a insulinei, factor important în randamentul sportiv, variază în limite foarte largi de la 10 la 40%, care țin în principal de interrelațiile hormonale cu hipofiza, tiroida, suprarenala și ficatul.

Tot în aceeași ordine de idei putem cita variațiile individuale condiționate genetic și care au rezonanță în eficiența antrenamentului sportiv, privind concentrația iodului (2,5—11,5 gama%) catalazei plasmatice, lipazei serice, beta$_6$-conjugazei, anhidrazei, carbonice, hormonului stimulator al celulelor interstițiale, ș.a.

Subliniem de asemenea că fiecare individ normal are un tip constituțional endocrin specific, bazat pe particularități anatomice, funcționale și biochimice ale fiecărei glande și echilibre intricate între diferiți factori endocrini în limite foarte largi (în raport de 1—10). Cunoașterea acestor individualități, corolar a structurii genice, are o însemnătate covîrșitoare pentru realizarea cu randament maxim a antrenamentului sportiv.

2. *Cariotipul* efectuat prin metode curente sau cu timidină marcată.

3. *Ancheta familială* corelată cu caracteristicile somatofiziologice ale individului. În acest sens investigarea arborelui genealogic corelată cu

Scanned with OKEN Scanner

unele caracteristici antropometrice furnizează relaţii însemnate asupra potenţialului biologic al individului. De asemenea, tot în acest cadru se stabileşte şi tipul constituţional.

O metodă de mare valoare este cea a gemenilor studiindu-se evoluţia caracterelor morfologice şi funcţionale ale gemenilor monozigoţi comparativ cu cei bizigoţi. Prin această metodă se poate aprecia condiţionarea ereditară a unor caractere morfofuncţionale, bazîndu-se pe diferenţele dintre partenerii gemeni. Studii numeroase au fost întreprinse cuprinzînd o parte din parametrii biologici ai valorii fizice. Au putut fi trase unele concluzii asupra ponderii influenţei antrenamentului fizic asupra unora din aceşti componenţi — sau după cum explică Klissousas — „limita genetică de adaptabilitate funcţională".

Analiza rezultatelor a relevat faptul că în general talia şi lungimea segmentelor scheletice sînt controlate genetic, în timp ce greutatea corporală este influenţată de condiţiile de mediu şi alimentaţie.

Parametrii funcţionali prezintă o mai mare variabilitate. Astfel, ventilaţia pulmonară, capacitatea vitală, volumul expirator maxim sînt controlate în timp ce ritmul cardiac este condiţionat paratipic.

Aceste elemente de investigaţie genetică formează date esenţiale pentru dirijarea ştiinţifică a selecţiei şi antrenamentului sportiv.

4. *Investigaţiile la nivel de populaţii,* de asemenea, relevă particularităţi importante ale organismului uman, în funcţie de condiţiile pedoclimatice care au acţionat în decursul generaţiilor.

În acest context al investigaţiei genice subliniem în mod deosebit explorările genetotrofice a căror fundamentare ştiinţifică a fost făcută în urma cercetărilor recente ale lui W i l l i a m s.

Teoria genetotrofică prezintă o însemnătate deosebită pentru dirijarea ştiinţifică a antrenamentelor sportive ştiut fiind că un factor de mediu primordial este alimentaţia.

În vederea obţinerii unei dezvoltări armonioase a organismului şi a cultivării unor calităţi fizice deosebite, W i l l i a m s propune optimizarea acţiunii factorului alimentar, conform următoarei metodologii:

a) selecţionarea indivizilor cu aptitudini deosebite;

b) explorarea biochimică a particularităţilor genetice şi metabolice;

c) stabilirea unei diete diferenţiate în funcţie de particularităţile genetico-metabolice ale individului, astfel încît acestea să potenţeze calităţile somatice pe care dorim să le dezvoltăm.

Rezultă din aceste cercetări că este necesar ca însăşi alimentaţia sportivului să fie în acord cu particularităţile somatofiziologice şi genetice ale acestuia.

Concludem asupra faptului că investigaţia genetică avînd în vedere însemnătatea şi complexitatea elementelor pe care le furnizează în legătură cu resursele şi posibilităţile de dezvoltare ale organismului, trebuie să intre în arsenalul curent al explorărilor funcţionale din practica sportivă.

Avînd în vedere condiţionarea complexă genotipică şi paratipică a organismului, cercetătorii au căutat să încadreze indivizii umani în cîteva tipuri constituţionale, pe baza unor criterii morfo-fiziologice. Consi-

Scanned with OKEN Scanner

derînd individualitatea biochimic ăa ființei umane, această clasificare este desigur, într-o oarecare măsură arbitrară. Totuși ea oferă posibilitatea cunoașterii unor caracteristici somato-fiziologice ale organismului, de natură să ne orienteze în dirijarea practicii sportive.

Criteriile de clasificare după concepția lui Milcu au fost influențate de gradul de dezvoltare a științei din epoca respectivă.*

Astfel, apariția primelor concepții constituționale s-a făcut sub influența ideilor promovate de filozofii hinduși și greci. Conform ideilor din Ayurveda, universul se compune din trei elemente: aerul, focul și apa. Aceleași elemente compun și organismul uman. Din îmbinarea lor se naște individualitatea umană.

După Hipocrate, în corpul omenesc se găsesc patru umori, fiecare dintre ele avînd un rol deosebit pentru organism. Din jocul proporțiilor în care se găsește fiecare din aceste elemente rezultă individualitatea în toată complexitatea manifestărilor ei. Echilibrul acestor elemente asigură dezvoltarea unui temperament perfect, dezechilibrul, un temperament imperfect.

În feudalism, sub influența alchimiei, Paracelsus introduce o nomenclatură chimică. Sulful, mercurul și sarea devin echivalente temperamentelor colerice, sanguine și melancolice.

Etapa fiziognomică nu a adus nici un element nou pentru înțelegerea constituției. Dimpotrivă, faptul că a redus întreaga complexitate umană la observarea feței a pus sub semnul întrebării puținele idei corecte ale școlilor constituționaliste.

Etapa morfologică începe în secolul al XIX-lea cu observațiile lui Halle. Acesta credea că oamenii se deosebesc între ei prin rezistența țesuturilor și prin gradul lor de iritabilitate. Halle diferențiază, ca și predecesorii săi, patru temperamente. Temperamentul beoțian (sanguin) are țesuturi puternice și este greu excitabil, în timp ce țesuturile melancolicului sînt slabe și excitabile. Flegmaticul are țesuturi slabe și neiritabile, iar colericul, temperament robust, se caracterizează prin țesuturi rezistente și excitabile.

Primele cercetări sistematice cu un punct de vedere morfologic se datoresc lui Thomas (1821). El afirma că nu există decît trei temperamente: cranian, toracic și abdominal. Mai tîrziu Rostand introduce un nou temperament, temperamentul muscular. Astfel, ființele umane sînt împărțite după predominanța unuia dintre segmentele organismului în patru temperamente. Această concepție va fi apoi dezvoltată de Sigaud (1914) și de elevii săi și va constitui clasificația de bază a școlii franceze de antropologie clinică.

Sigaud pornește de la ideea că fiecare organism este construit din patru sisteme fundamentale de organe: bronhopulmonar, gastrointestinal, musculo-articular și cerebrospinal, fiecare dintre ele putîndu-se dezvolta inegal la același individ, în funcție de condițiile înconjurătoare pe care le găsește (fig. 8).

În marile orașe, cu viață uniformă și activitate psihică intensă, se dezvoltă tipul cerebral. El cuprinde indivizi care au capul mare, corpul gracil, trunchiul îngust și membrele lungi.

---

* După *„Introducere în antropologie"* Șt. Micu și C. Maximilian.

Scanned with OKEN Scanner

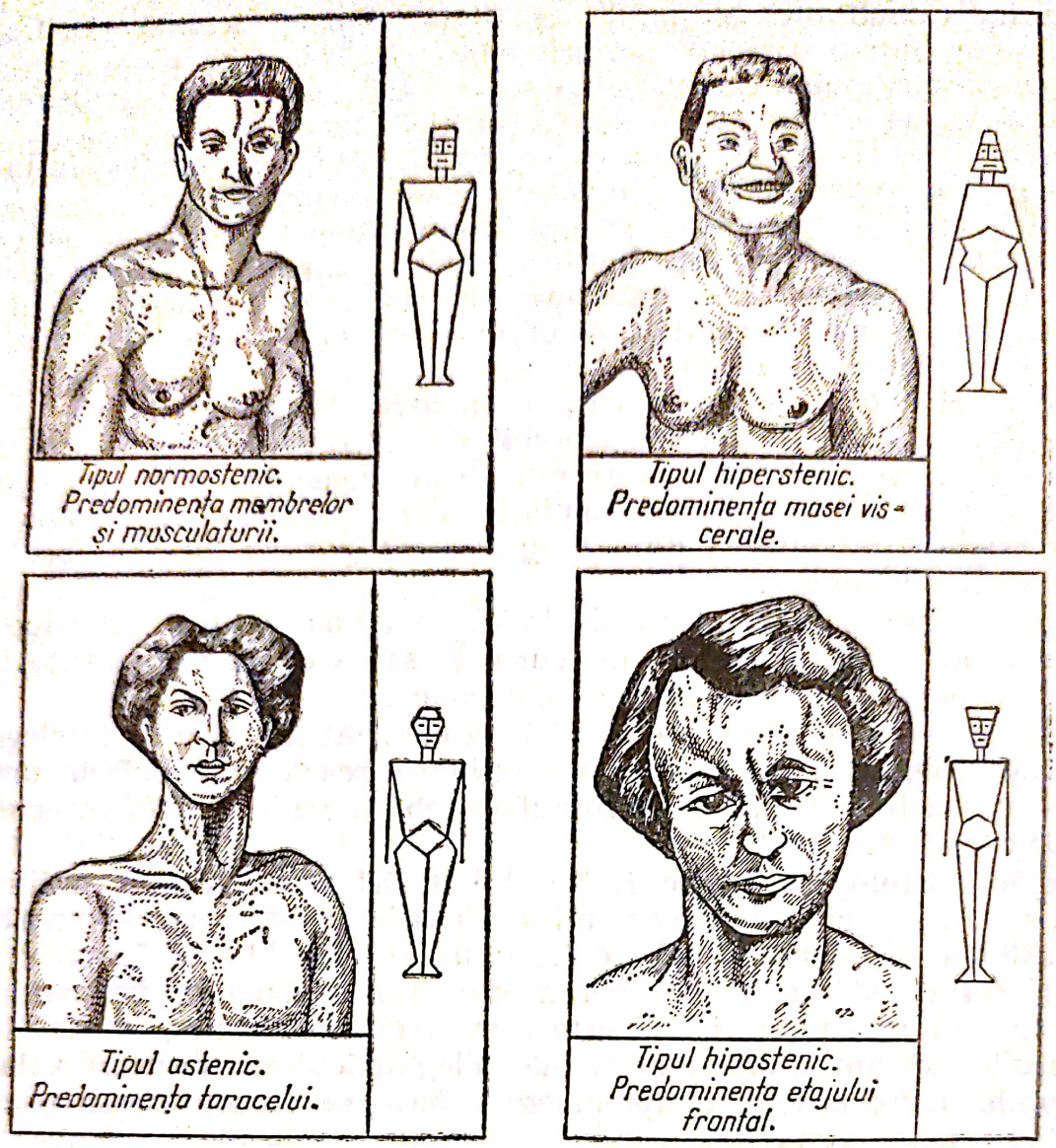


Fig. 8 Diagrama și caracterele constituționale ale biotipurilor morfologice (Sigaud și Mae Eulifee) (după T. Thooris)

În regiuni sărace, unde eforturile fizice sînt numeroase, se dezvoltă tipurile musculare, caracterizate printr-o puternică dezvoltare a sistemului musculo-articular.

Atunci cînd copilul duce o viață normală, care reclamă eforturi fizice importante, se dezvoltă sistemul respirator. La acești indivizi toracele este proeminent și regiunea nazo-malară largă.

Tipul digestiv este întîlnit îndeosebi printre indivizii care trăiesc în ținuturi bogate, cu alimentație abundentă. Aceștia se disting printr-o accentuată dezvoltare a abdomenului și a regiunii inferioare a feței.

După Sigaud, aceste tipuri se transmit ereditar și se realizează dacă se dezvoltă în condiții de mediu favorabile.

Pornind de la criterii antropometrice, De Giovanni stabilește trei combinații morfologice dominante. Prima combinație cuprinde indivizi înalți și slabi, cu insuficiență respiratorie și cord deficient. A doua

combinație se distinge prin predominanța toracelui și a sistemului cardiovascular, iar a treia combinație include indivizii cu abdomenul mult mai dezvoltat decît toracele sau sistemul cardiovascular.

De Giovanni este primul antropolog care folosește măsurătorile. Dar antropometria nu a devenit o metodă fundamentală în antropologie decît o dată cu cercetările lui Viola.

În 1932, folosind legea erorilor a lui Gauss-Quetelet, Viola a remarcat că în limitele de mare variabilitate a formelor umane există două direcții antitetice în sens longilin, cu membre lungi și trunchi relativ scurt, microsplahnic, și în sens brevilin, cu corp îndesat și membre scurte, macrosplahnic. În plus, tipul mediu, bine proporționat, se întîlnește foarte rar.

Frecvența acestor tipuri diferă de la o regiune la alta pentru că dezvoltarea fiecărui tip este condiționată de numeroși factori genotipici și paratipici.

Tot în 1932 Viola introduce în antropologie ideea că, ținînd seama de dezvoltarea habitusului, un individ poate fi longilin sau brevilin. Dar între doi longilini pot exista diferențe cantitative importante, determinate de dezvoltarea inegală a segmentelor corpului. Această dezvoltare variată impune presupunerea că în cadrul unei constituții generale există și constituții parțiale. În spiritul acestei ipoteze există diferențe structurale individuale privind aparatul cardiovascular, musculoscheletic, gonadic etc. Aceste complexe pot fi puternice sau slabe, tonice sau astenice.

Dezvoltarea științei în primele decenii ale secolului al XX-lea a avut ecou și asupra antropologiei constituționale. Cea mai puternică influență au exercitat-o, desigur, endocrinologia și genetica. Datorită acestor influențe, se renunță la schemele atît de simple și de mult folosite de antropologie în secolul al XIX-lea. Noile realizări ale medicinei constituie baza sistemelor de clasificare a variabilității umane. Așa se naște biotipologia.

După Pende (1955), biotipologia este o știință de sinteză a omului individual, figura completă a persoanei pe cale de realizare continuă. Biotipul cuprinde astfel întreaga ființă, cu toate aspectele ei somatice și psihice. Pende a prezentat sugestiv biotipul ca o piramidă patrulateră susținută de o bază genetică. Fiecare dintre cele patru fețe cuprinde unul dintre aspectele fundamentale ale individualității. Fața morfologică este identică cu morfotipul, aspectul cel mai evident al biotipului. Ea cuprinde rapoartele și segmentele organismului. Fața fiziologică este expresia modernă a ceea ce vechii constituționaliști numeau temperament. Pende crede că ultimele două fețe, caracterologică și intelectuală, sînt distincte. Prima se referă la instinct și la efectivitate, a doua — la inteligență.

Biotipul astfel conceput este o rezultantă a interacțiunii dintre ereditate și mediu. El este un proces care se desfășoară în ritmuri inegale. Ca atare se pot diferenția biotipuri ale copiilor, ale adolescenților și ale adulților. În cursul procesului de creștere și de diferențiere sexuală, biotipul poate suferi modificări importante, de aceea în antropologia clinică cele mai numeroase și mai utilizate scheme sînt cele ale adulților.

Scanned with OKEN Scanner

Biotipologia a încercat să explice factorii care generează diversitatea umană apelînd la toate explicațiile pe care i le oferă știința contemporană. Prima explicație i-a adus-o endocrinologia.

Echilibrul glandelor endocrine asigură o dezvoltare armonioasă a organismului. Apariția unei hipo- sau a unei hipersecreții endocrine dă corpului o formă caracteristică. Se formează astfel tipuri hipo- și hipertiroidiene, hipo- și hiperhipofizare, hiper- și hipogonadale și hiper- sau hipocorticosuprarenale. (St. M. Milcu și C. Maximilian — „Introducere în antropologie" — Editura științifică 1967.)

Tipul hipertiroidian se caracterizează prin predominanța valorilor de lungime asupra celor de lățime. Hipertiroidianii sînt înalți și supli, cu talia îngustă, cu mușchii subțiri și lungi. Fața prezintă trăsături gracile. Pielea este caldă, ușor hiperpigmentată, pilozitatea abundentă. Metabolismul bazal este crescut și deseori hipertiroidienii au tendință la tahicardie. Ei sînt hiperexcitabili și au o mare labilitate a sistemului nervos.

Tipul hipotiroidian este brevilin, cu talia scundă, deseori sub media populației. Rapoartele corporale traduc predominanța valorilor de lățime asupra celor de lungime și a trunchiului asupra membrelor. Capul este mare, cu fața rotundă și cu trăsături puțin proeminente. Ochii sînt mici și puțin expresivi. Pielea este aspră și slab pigmentată. Tulburările dentare sînt frecvente, dinții sînt mici și neregulați. Deseori se observă o tendință marcată la adipozitate, în special pe față, pe gît și pe abdomen. Procesele fiziologice sînt lente, fapt care explică apatia atît de caracteristică a acestui tip.

Tipul hiperhipofizar este consecința unei secreții în exces a hipofizei. Hiperhipofizarii sînt înalți, cu membrele relativ mai mari decît trunchiul. Părțile distale, mîinile, picioarele și fața sînt masive. Mandibula este lungă și groasă, împinsă înainte, cu dinții puternici, adesea cu spații mici între ei (diasteme). Pielea este groasă, cu pilozitate abundentă pe trunchi și membre. Mușchii sînt puternic dezvoltați. Adipozitatea este slabă. Hiperhipofizarii au frecvent hipertonie și hiperperistaltism intestinal. Acest tip corespunde însă unei forme incipiente de acromegalie. De cele mai multe ori, tipurile hiperhipofizare se disting doar prin accentuarea trăsăturilor faciale și prin dezvoltarea extremităților, a nasului și a buzelor.

Tipul hipohipofizar se caracterizează printr-o dezvoltare somatică insuficientă și deseori printr-o adipozitate exagerată. La adolescent și adult se mențin proporțiile infantile și prepuberale, membrele inferioare au o lungime relativ mare. Bărbații au fața aplatizată sau ușor rotunjită. Trăsăturile faciale sînt gracile. Mandibula este slab dezvoltată. Uneori prezintă și unele caractere feminine: inserția părului pubian, dispoziția zonelor adipoase, ginecomastie. La femei se observă o slabă dezvoltare a sînilor.

Tipul hipergonadal se caracterizează prin apariția precoce a pubertății. Din această cauză adolescentul are un schelet cu înălțime relativ mare și o musculatură puternică, hipertonică. Caracterul particular al acestui tip îl formează discordanța dintre abundența părului pe față, trunchi și membre și raritatea lui pe cap. Hipergonadalii adulți sînt rela-

Scanned with OKEN Scanner

tiv scunzi, bine dezvoltaţi somatic, cu musculatură abundentă şi puternică. Femeile au bazinul relativ larg, sînii sînt însă mici.

Tipul hipogonadal se caracterizează printr-o talie peste medie şi prin dezvoltarea moderată a caracterelor sexuale. Craniul şi faţa au diametre mici. Mandibula este relativ proeminentă, dar gracilă. Părul de pe cap este abundent, dar pilozitatea pubiană este rară şi cu dispoziţie feminină la bărbaţi. La femei se observă uneori dezvoltarea unei slabe pilozităţi faciale. Bazinul feminin păstrează însă caractere infantile.

Tipul hipercorticosuprarenal se caracterizează printr-un corp masiv, cu musculatură dezvoltată şi hipertrichoză abundentă. La femei se remarcă adesea o pilozitate abundentă de tip masculin.

Tipul hipocorticosuprarenal este înalt şi slab, cu musculatură slabă, piele hipotrofică şi hiperpigmentată, mai ales pe părţile descoperite. Datorită slabei dezvoltări a musculaturii, hipocorticosuprarenalii au frecvent ptoze viscerale.

Cu ajutorul acestor elemente, P e n d e împarte oamenii în patru tipuri constituţionale, fiecare tip caracterizat printr-o anumită structură morfofuncţională:

1. longilini stenici, tonici sînt indivizi hiperhipofizari sau hipertiroidieni cu bună activitate a suprarenalelor şi a gonadelor;

2. longilini astenici, hipotonici sînt hipertiroidieni cu un deficit constituţional suprarenal, gonadic sau paratiroidian;

3. brevilini stenici, tonici sînt hipergonadali sau hipercorticosuprarenali. Toate organele lor sînt bine dezvoltate;

4. brevilini astenici, hipotonici sînt hipohipofizari hipotiroidieni, hipogenitali şi hipoinsulinici. Se disting printr-o predominenţă a depunerilor adipoase.

P e n d e crede că sînt predominante tipul longilin, hipertiroidian simpaticotonic, hipodinamic, hipoinstinctiv şi hipersentimental şi tipul brevilin stenic, hipotiroidian, hipersuprarenal, hipergenital, vagostenic, hiperdinamic, hiperinstinctiv, hiposentimental, bradipsihic. P e n d e presupune că există o corelaţie între somatotip şi psihologie. Longilinii ar avea o inteligenţă sintetică şi intuitivă, în timp ce brevilinii se caracterizează printr-o inteligenţă analitică şi o logică concretă.

Referitor la biotipologia endocrină, foarte importantă pentru cunoaşterea potenţialului morfo-funcţional al sportivului, subliniem însă faptul că nu există atît o delimitare netă a tipurilor glandulare cît mai ales o anumită predominanţă endocrină, încadrată într-un echilibru complex, de natură să condiţioneze anumite particularităţi somato-fiziologice. Astfel cercetările lui Milcu demonstrează intervenţia dominantă o unor glande şi subdominantă a altora în determinarea constituţiei, fapt ce justifică noţiunea de tip constituţional pluri-glandular.

Intervenţia dominantă a unei glande uşurează diagnosticul tipului constituţional în timp ce subdominanţa îl complică. Există situaţii în care nu este posibilă o clasare netă în hipo sau hipertonie hormonală fiind vorba de o categorie foarte complexă de indivizi, la care coexistă caractere discordante de plus sau minus funcţional pentru aceeaşi glandă.

Scanned with OKEN Scanner

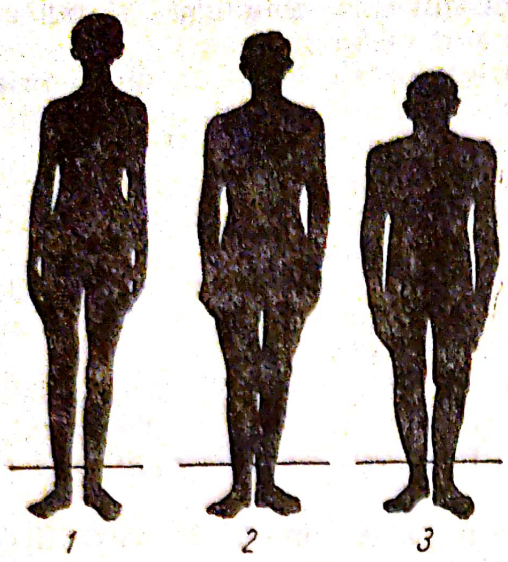


Fig. 9 Tipurile constituționale
1 — Leptosom (Kretschmer); Ectomorf (V. H. Sheldon);
2 — Atletic (Kretschmer); Mezomorf (V. H. Sheldon);
3 — Picnic (Kretschmer); Endomorf (V. H. Sheldon).

Studiind corelațiile dintre funcționalitatea glandelor endocrine și activitatea sportivă Milcu demonstrează că la sportivi există pe de o parte o dominanță caracterizată prin hiperfuncția hipofizei, tiroidei și suprarenalei, iar pe de altă parte o subdominanță endocrină marcată de hipofuncția paratiroidelor și gonadelor.

În același context al determinării tipurilor constituționale trebuie să menționăm școala generală de biotipologie axată pe clasificația psihiatrului Ernst Kretschmer (1888—1964). În opera sa: „Structura corpului și caracterul" (1921) el susține că este posibil de a prevedea după tipul constituțional — fizic, comportamentul și caracterul oamenilor.

Folosind o tehnică precisă de măsurare, el clasifică tipurile constituționale în — leptosom, atletic și picnic. (Fig. 9).

Studiile sale pe tineri normali între 20-30 ani arată:

	Leptosom	Atletic	Picnic
Înălțimea	1,76	1,81	1,71
Greutatea	60	79	74
Circumferința craniului	56	58	57
Perimetrul toracic	83	95	95
Perimetrul abdominal	71	81	84
Circumferința coapsei	87	98	98
Lărgimea umerilor	36	39	37
Lungimea brațelor	77	81	75

Scanned with OKEN Scanner

Leptosomul = individ slab, înalt, umeri înguşti, greutate mică, facies alungit, trăsături unghiulare, pielea uscată şi palidă.

Atleticul = statură mijlocie, umeri deosebit de dezvoltaţi, pîntece întins. Gîtul puternic susţine degajat capul.

Picnicul = talie mijlocie-mică, tasat, faţa lungă, gît masiv şi scurt, înfundat între umeri. Abdomenul dezvoltat, depăşeşte toracele, bombat în partea inferioară.

Displazicul nu este un tip constituţional pur, ci un amestec eterogen a primelor trei tipuri.

Şcoala americană de tipologie este reprezentată prin W. H. Sheldon profesor la universitatea Harward. Lucrarea sa: „Construcţia fizică a omului" (1940) este o continuare lărgită a concepţiei lui Kretschmer.

El critică pe Kretschmer arătînd că tipurile acestuia constituie extrema caricaturală, care se întîlnesc rar în formă pură.

Scheldon înlocuieşte acţiunea de „tip" cu cea de „componente" cu multe aspecte legate între ele gradat. Pe 4000 studenţi, Scheldon a stabilit prin fotografierere de faţă, profil şi spate, la condiţii standard variaţiile morfologice. El împarte corpul în cinci regiuni:

1. Cap, faţă, gît;
2. Porţiunea toracică a trunchiului;
3. Umeri, braţ, mîini;
4. Porţiunea abdominală a trunchiului;
5. Membrele inferioare.

Determinarea biotipului se face prin analiza a cinci mari regiuni ale corpului: capul, umerii şi mîinile, trunchiul toracic, trunchiul abdominal, coapsele şi gambele. Pe baza acestor criterii, oaomenii pot fi împărţiţi în 76 de somatotipuri şi apoi în 19 grupe descriptive.

Analiza statistică a datelor, grupează oamenii în trei componente morfologice = *endomorf, mezomorf şi ectomorf*. Fiecare individ se caracterizează printr-o dezvoltare dominantă sau a sistemului visceral (endomorf), a sistemului muscular (mezomorf) sau a sistemului nervos (ectomorf).

Endomorful corespunde cu tipul picnic al lui Kretschmer are sistemul digestiv foarte dezvoltat. *Ectomorful* este aproape tipul leptosom, are corpul fragil, iar greutatea este mică *mezomorful,* la care domină sistemul osos şi muscular se aseamănă cu tipul atletic al lui Kretschmer.

După Scheldon, fiecare individ posedă aceste 3 componente, însă în proporţii diferite, după o scară cu 7 trepte, de la 1 la 7, fiecare individ este purtătorul unei „cărţi de vizită" morfologică care-l caracterizează.

Tot în acest cadru trebuie să menţionăm faptul că în afara stabilirii tipului constituţional, o importanţă deosebită o are cunoaşterea tipului morfo-funcţional al diferitelor segmente care intră în constituţia orga-

Scanned with OKEN Scanner

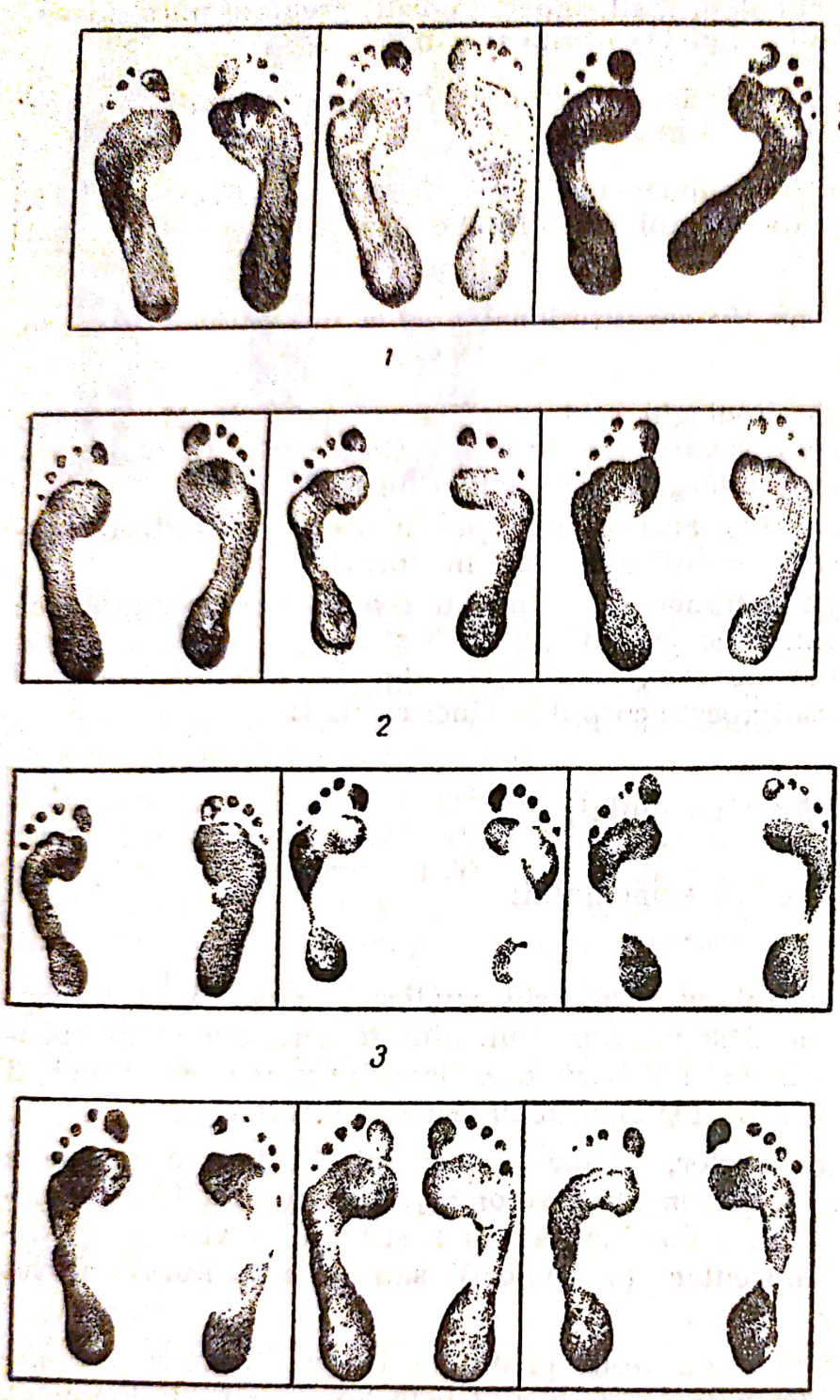


Fig. 10 Urmele plantare la primii 3 clasați (după St. M. Milcu și Walter)
1 — Alergători de fond; *2* — Săritori în lungime; *3* — Aruncători cu discul; *4.* — Alergători de viteză.

nismului uman respectiv a semiologiei în prezent mai puțin studiată și cunoscută. Relevăm în acest context cercetările lui Milcu privind configurația urmei plantare la alergătorii de fond, de viteză, la sărituri și aruncători. Se constată că între conformația piciorului și specialitatea sportivă în care s-a obținut maximum de rezultat există o corelație, mai ales în sporturile în care efortul este intens făcut de picior (fig. 10).

Scanned with OKEN Scanner

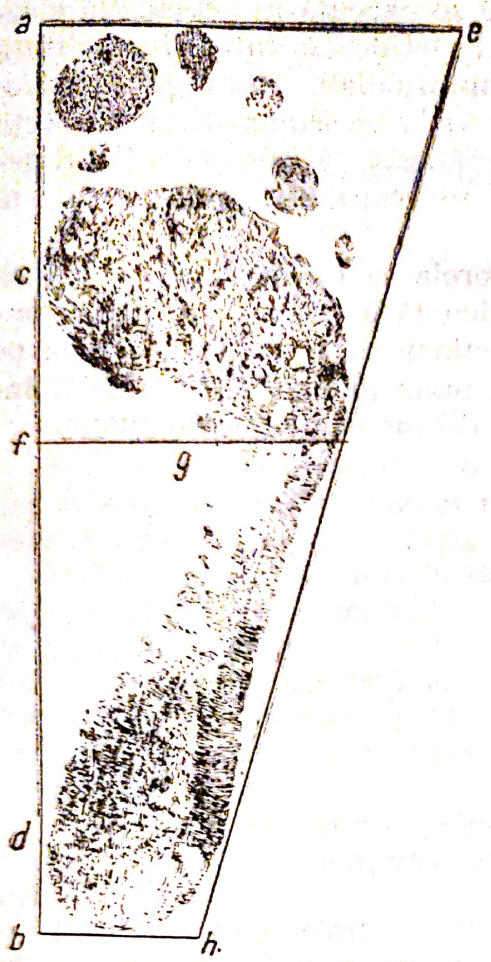


Fig. 11. Urmă plantară (după St. M. Milcu și E. Walter)

a—b — lungimea piciorului; *c—d* — lungimea bolții; *a—e* — lățimea maximă a piciorului; *f—g* — adîncimea bolții; *f* — punctul de proecție al maximului de excavație plantară; *bh* — lățimea talusului.

Fig. 12 Amprenta plantară

1, 2 — amprentă normală; *3, 4* — grade diferite de picior plat.

Interesul acestei relații constă în stabilirea, pe de o parte a unei structuri prealabile morfologice permițînd un maximum de randament funcțional unui sportiv, iar pe de altă parte a efectului pe care îl are la nivelul lui sportul practicat asupra piciorului.

Astfel, din examenul antropometric al urmelor plantare (fig. 11) Milcu conchide următoarele: lungimea piciorului, lungimea bolții și lățimea maximă anterioară, au cele mai mari dimensiuni la aruncători și cele mai mici dimensiuni la alergătorii de fond; alergătorii de viteză și sărituri au dimensiuni intermediare. Gruparea strînsă a acestor caractere morfologice după categoria sportivă sugerează existența unuia sau mai multor factori probabili de corelație care țin de structura generală morfologică a individului. În sprijinul acestui punct de vedere vine paralelismul datelor citate cu înălțimea.

În același context se înscriu cercetările noastre privind corelațiile dintre configurația boltei plantare, (dispoziția axelor anatomice și funcționale) (fig. 12) și gradul de mobilitate în articulațiile talo-crurală și randamentul sportiv în jocul de fotbal. Concluziile acestei lucrări relevă faptul că printre criteriile morfo-funcționale de selecție a sportivilor un loc important trebuie să îl ocupe cunoașterea particularităților anatomice ale bol-

Scanned with OKEN Scanner

tei plantare și a amplitudinii mișcărilor ce se execută în articulația gleznei, acestea fiind desigur una din expresiile locale ale întregii constituții individuale. Subliniem necesitatea unei aprofundate investigații morfofuncționale a semiologiei constituționale în vederea asigurării unei selecții științifice, în deosebi a sportivilor de performanță, la care potențialul genetic — constituțional este determinant, în realizarea unui randament sportiv maxim.

Cunoașterea tipului constituțional și corelarea lui cu individualitatea biochimică a fiecărui individ uman condiționată genetic și paratipic constituie elementele primordiale pentru direcționarea activității sportive pe baza unor criterii științifice, de natură să pună în valoare pe deplin întreaga capacitate morfofiziologică de care dispune organismul uman.

Scanned with OKEN Scanner

NOȚIUNI DE SOMATOMETRIE

Somatometria constituie o metodă de investigație a caracteristicilor morfofuncționale ale organismului uman, de natură să ne dea posibilitatea stabilirii generale a tipului constituțional.

Individul este măsurat în poziție verticală, cu călcîiele apropiate și cu capul orientat pe orizontala ochi-ureche. Toate măsurătorile se efectuează pe partea dreaptă a subiectului. În măsurătorile corporale se utilizează următoarele repere scheletice mai importante: (Fig. 13). (După „Introducere în antropologie — St. M. Milcu și C. Maximilian, Editura științifică 1967).

1. suprasternale (sst), punctul median situat pe marginea superioară a sternului;

2. symphizion (simf), punctul median de pe marginea superioară a simfizei pubiene;

3. iliocristale (ic), punctul cel mai lateral al crestei iliace;

4. iliospinale (is), punctul cel mai inferior al spinei-iliace antero-superioare;

5. acromion (a), punctul tegumentar care corespunde punctului celui mai lateral al acromionului omoplatului;

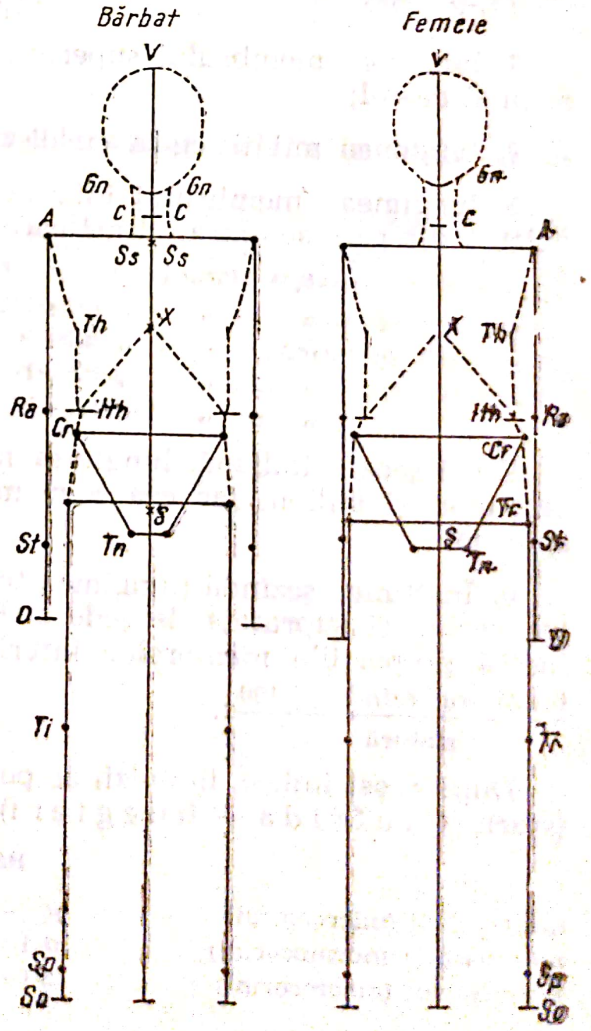


Fig. 13. Somatodiagrama (diagrama proporțiilor corpului uman adult) (completată după Ed. Pernkopf)

Vertex-Gnathion: V-Gn. Vertex-Cervicale: V-C. Acromion-Sol: A-So. Acromion-Acromion: A-A. Suprasternale-Sol: Ss-So. Suprasternale-Xiphion: Ss-X. Thoracale-Thoracale: Th-Th. Acromion-Radiale: A-Ra. Radiale-Stylion: Ra-St. Stylion-Dactylion: St-D. Acromion-Dactylion: A-D. Cristale-Sol: Cr-So. Cristale-Cristale: Cr-Cr. Infrathoracale-Cristale: Ith-Cr. Symphysion-Sol: S-So. Suprasternale-Symphysion: Ss-S. Tuberale-Sol: Tu-So. Vertex-Tuberale: V-Tu. Tuberale-Tuberale: Tu-Tu. Trochanterion-Sol: Tr-So. Trochanterion-Trichanterion: Tr-Zr. Trochanterion-Tibiale: Tr-Ti. Tibiale-Sphyrion: Ti-Sp. Sphyrion-Sol: Sp-So. Vertex-Sol: V-So. Acropodion-Pternion: Ac-Pt.

6. radiale (ra), cel mai înalt punct al marginii superioare a capului radial;

7. dactylion (da), punctul situat la extremitatea distală a degetului mediu;

8. stylion (sty), punctul cel mai inferior al procesului stiloid radial;

9. punctul epigastric este situat la încrucișarea liniei mediane a corpului cu orizontala care trece la marginea inferioară a coastei a X-a;

10. sphyrion (sphy), punctul corespunzător vîrfului maleolei tibiale.

Cele mai importante metrii corporale sînt:

1. greutatea corporală;

2. statura, adică distanța de la sol la vertex, care, după scara R a i n e r, se clasifică astfel (în cm):

	Bărbați	Femei
foarte mică	× — 159,9	× — 149,0
mică	160,0—163,9	149,1—152,9
mijlocie	164,0—169,9	153,0—158.9
mare	170,0—179,9	159,0—167,9
foarte mare	180,0 — ×	168,0 — ×

3. lungimea membrului superior, care este egală cu diferența dintre a-sol și da-sol;

4. lungimea mîinii, egală cu distanța dintre stylion și dactylion;

5. lungimea membrului inferior este egală cu distanța de la is-sol, valoare din care se extrag următoarele cifre:

la o	statură	de	×—130 cm	se extrag	15 mm
„	„	„	131—150 cm	„ „	20 mm
„	„	„	151—165 cm	„ „	30 mm
„	„	„	166—175 cm	„ „	40 mm
„	„	„	176—× cm	„ „	50 mm

După școala italiană, lungimea membrului superior se măsoară între acromion și stilion, iar cea a membrului inferior, între symphizion și sphyrion.

6. Înălțimea șezîndă (lungimea trunchiului) este egală cu distanța dintre vertex și suprafața de ședere. Raportată la înălțime, această metrie indică proporțiile membrelor inferioare (indicele schelic este egal cu $\frac{\text{înălțimea șezîndă} \times 100}{\text{statură}}$).

După acest indice, indivizii se pot grupa pe diverse categorii de indici (scara G i u f r i d a — R u g g i e r i).

	Bărbați	Femei
macroscheli (microcormi)	× —51,0	× —52,0
mezatischeli (normocormi)	51,1—53,0	52,1—54,0
brachischeli (macrocormi)	53,1—×	54,1—×

Scanned with OKEN Scanner

Indivizii macroscheli au trunchiul scurt şi picioarele lungi, iar cei brachischeli au trunchiul lung şi picioarele scurte. Comparativ cu bărbaţii, femeile au trunchiul mai lung şi picioarele mai scurte.

Pentru clasificarea lungimii membrului superior se raportează această dimensiune la statură, după formula:

$$\frac{\text{lungimea membrului superior} \times 100}{\text{statură}}$$

Grupaţi după scara lui I v a n o v s k i, indivizii se împart în următoarele categorii de indici:

membre superioare scurte	(× — 42,9)
membre superioare mijlocii	(43,0 — 44,9)
membre superioare lungi	(45,0 — ×)

Diametrele transversale şi circumferinţele se iau cu compasul şi cu centimetrul:

1. lărgimea umerilor (a — a);
2. diametrul transvers toracic şi diametrul antero-posterior toracic se măsoară la nivelul coastei a IV-a;
3. perimetrul toracic se măsoară sub unghiul omoplaţilor şi deasupra mameloanelor în inspiraţie, expiraţie şi în repaus;
4. diametrul biiliac (ic — ic);
5. diametrul bitrochanterian (tro-tro).

În plus se mai măsoară circumferinţele: abdominală, a bazinului şi a coapsei.

Printre alte măsurători utilizate, în tipologia constituţională menţionăm: lungimea xifo-epigastrică (de la baza apendicelui xifoid la punctul epigastric); lungimea pubo-epigastrică (de la punctul epigastric la simfizion); lungimea sternului, care se măsoară de la suprasternale la baza apendicelui xifoid; diametrul antero-posterior hipocondriac şi diametrul transversal hipocondriac măsurate la nivelul punctului în care se întretaie, în părţi egale, înălţimea xifo-epigastrică (V. P r e d a).

Scanned with OKEN Scanner

PARTICULARITĂȚILE ANATOMICE DE VÎRSTĂ ALE ORGANISMULUI UMAN*

Creșterea constituie una din principalele caracteristici ale copilăriei. Organismul copilului se schimbă cu vîrsta, este supus necontenit influenței factorilor de mediu intern și extern, se restructurează atît morfologic cît și funcțional.

La sfîrșitul perioadei de creștere, copilul ajunge la maturizare somato-vegetativă și psihică, dar pînă atunci el *nu poate fi considerat un adult în miniatură*, deoarece organismul lui prezintă deosebiri fundamentale și o însemnată labilitate neuro-hormonală. Creșterea și dezvoltarea neuniformă, cu perioade de accelerare și încetinire, cu exacerbări temporare ale proceselor neuro-vegetative și psihice, ne obligă să împărțim vîrsta de creștere în mai multe etape cu aspecte morfo-funcționale și psihice particulare*.

Ritmul de creștere este accelerat între 0—3 ani, 5—7 ani și 11—14 ani (pubertatea), (fig. 14, 15). Organele, din acest punct de vedere, se împart după A. Andronescu în 4 categorii:

— cele cu creștere rapidă în primul an și la pubertate (comportamentele aparatului locomotor, respirator, digestiv, urinar și vasele mari);

— cele care ating dimensiunile apropiate de cele definitive în decursul primului an de viață (sistemul nervos central, ochiul, urechea internă);

— cele cu dezvoltare explozivă în perioada pubertății (organele genitale);

— cele care cresc pînă la etatea de 10—12 ani, apoi involuează (organele limfoide, timus).

Studiul creșterii a permis să se formuleze următoarele legi după care se petrece acest fenomen:

1. Legile alternanței

a) Osul lung se alungește și se îngroașă alternativ; pauza dintre procesele de creștere în lungime este folosită pentru creșterea în grosime și invers;

---

* După A. Andronescu „Anatomia copilului" — Editura didactică și pedagogică, 1974, și C. Demeter — Bazele fiziologice ale educației fizice școlare — Editura Stadion, 1976.

Scanned with OKEN Scanner

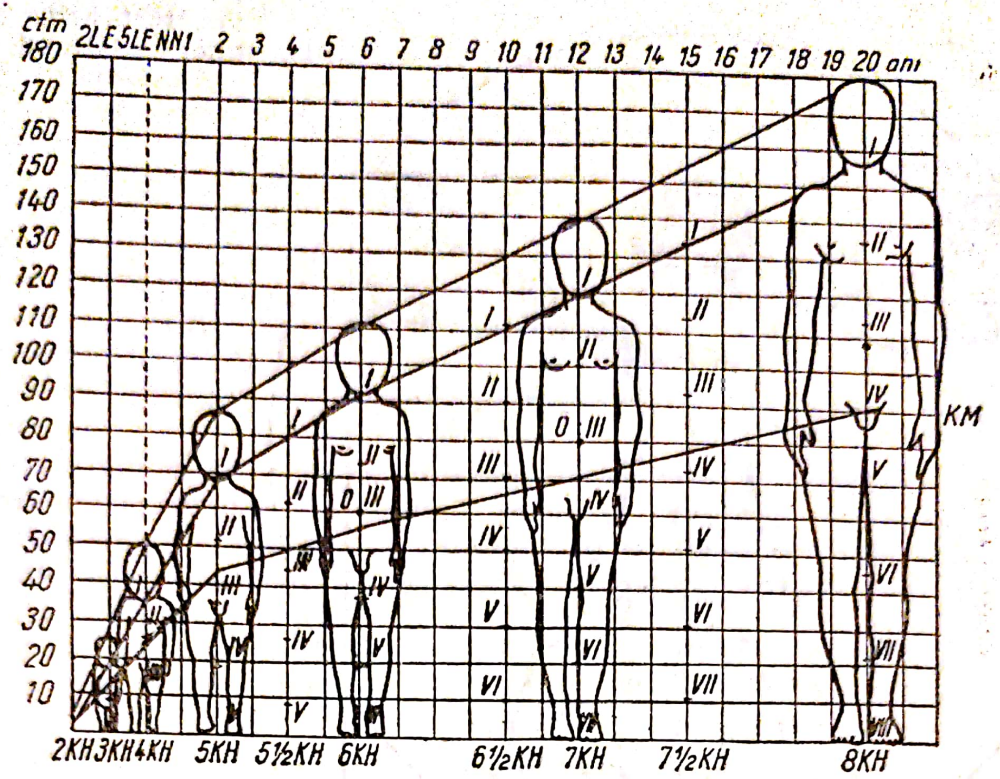


Fig. 14 Modificările de proporţii ale segmentelor corpului în decursul creşterii (Startz)

LE — luni embrionare; *NN* — nou născut. Cifrele romane din interior şi cele de pe latura inferioară indică de cîte ori înălţimea capului (KH) intră în lungimea totală.

b) Perioadele de activitate şi de repaus care alternează în dezvoltarea în lungime a unui os de tip lung sînt contrare pentru două oase lungi consecutive ale aceluiaşi membru (legea basculei). De exemplu, dacă humusul se găseşte în activitatea de creştere în lungime, radius şi ulna cresc în aceeaşi perioadă în grosime. Aceasta face ca proporţiile corpului omului să varieze continuu pînă la terminarea creşterii şi explică fracturile frecvente care apar în perioadele intense de creştere în lungime.

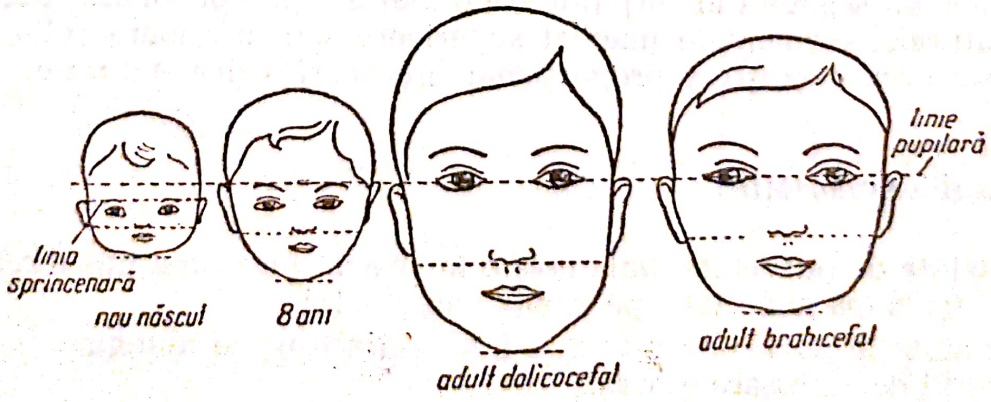


Fig. 15 Particularităţile creşterii masivului facial şi proporţiile între etajele feţii la dolicocefal şi brahicefal.

Scanned with OKEN Scanner

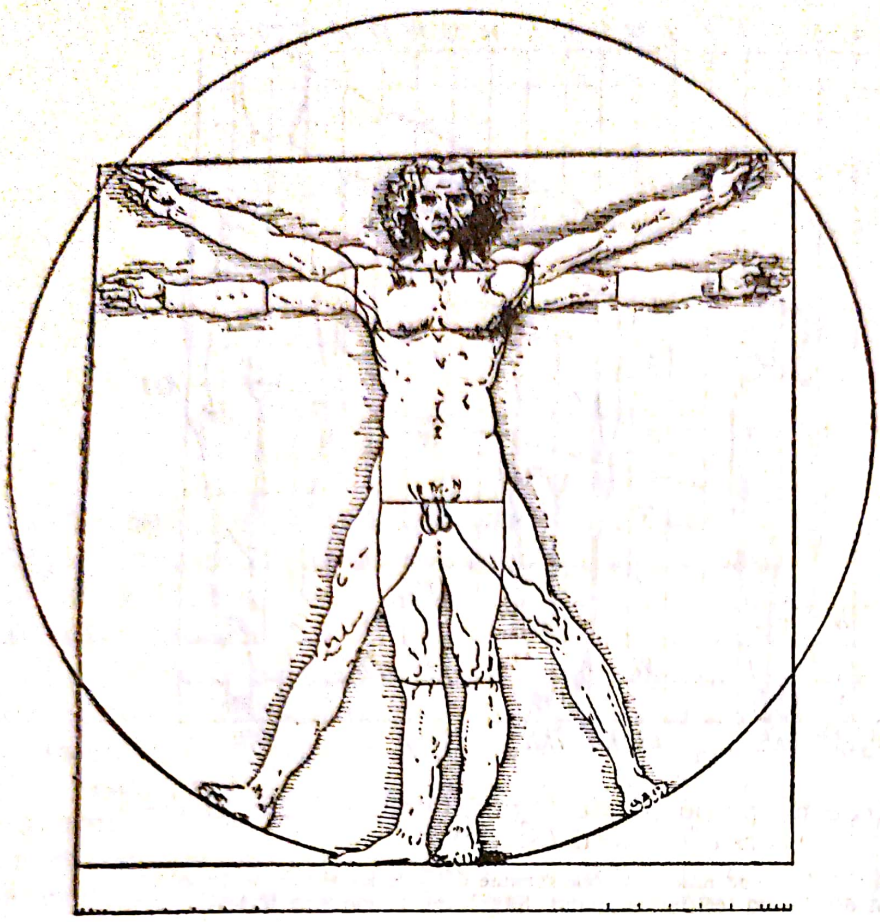


Fig. 16 Schema proporțiilor adultului a lui Leonardo da Vinci

2. Legile proporțiilor (Fig. 16)

a) Există trei perioade în evoluția variațiilor de proporție dintre lungimea și lățimea corpului: de la 4 la 6 ani, de la 6 la 15 ani și de la 15 ani în sus.

b) De la naștere și pînă la vîrsta adultă, fiecare segment al corpului are felul său propriu de a se comporta față de înălțime. În antropologie și în medicina judiciară această lege dă posibilitatea de a aprecia cu exactitate talia unui individ după dimensiunile unuia dintre oasele membrelor.

c) Dacă un segment al corpului are o creștere proporțională superioară celei staturale, segmentele imediat superioare sau inferioare celui considerat vor avea o creștere proporțional inferioară celei staturale.

3. Legile pubertății

a) Înainte de pubertate, talia crește în special pe seama membrelor inferioare, iar după pubertate, pe seama trunchiului.

b) Înainte le pubertate este mai intens procesul de alungire, iar după ea, procesul de îngroșare osoasă.

c) Înainte de pubertate, procesele de creștere interesează în special oasele, iar după aceasta, masa musculară.

Scanned with OKEN Scanner

4. **Legile asimetriei**
(se aplică numai la adult)

a) Între organele perechi există o asimetrie funcțională; de exemplu, la dreptaci membrul superior drept este mai lung, mai gros, umărul drept mai coborît și invers pentru cei stîngaci.

b) Asimetria normală a organelor perechi și a trunchiului evoluează progresiv cu vîrsta în sens invers creșterii și în același sens cu funcția.

c) La dreptaci, superioritatea de lungire și grosime a membrului superior drept față de cel stîng, de cele mai multe ori se însoțește de o superioritate funcțională încrucișată.

Creșterea normală este condiționată de o serie de factori exogeni și endogeni.

Dintre *factorii exogeni* menționăm alimentația și condițiile de viață. Rația alimentară trebuie să conțină, în raport cu vîrsta copilului, cantități corespunzătoare de proteine, vitamine și substanțe minerale care au un rol plastic deosebit. Climatul geografic, anotimpul și exercițiile fizice influențează creșterea.

Între *factorii endogeni* hormonii au o importanță primordială. În prima parte a copilăriei creșterea suferă influența preponderentă a hipofizei și timusului. Pe măsura reducerii activității timusului crește aceea a tiroidei. Apoi, la pubertate, acțiunea gonadelor și a suprarenalei devine de primă importanță. În ce privește epifiza, se consideră că are o acțiune somatotropă pozitivă, datorită nu unui hormon de creștere, ci acțiunii sale stimulante asupra asimilării (P a r h o n și M i l c u)*.

Criteriile pentru aprecierea creșterii se bazează în principal pe examinarea biometrică. Examinarea biometrică de bază constă în măsurarea taliei (distanța dintre vertex și plante), greutății, perimetrului toracic și a capacității vitale. Aceste date sînt corelate, materializîndu-se în indicii Broca, Pignet, Gourtner, Speel și cardiac care nu indică gradul de dezvoltare.

Fișa de examinare biometrică

Nr. crt.	Date și indici antropometrici	I	II	III	IV
1.	Talia				
2.	Greutatea				
3.	Perimetrul toracic:				
4.	Capacitatea vitală:				
5.	Ind. Broca: (T-100 cm) = Gn (proporție)				
6.	Ind. Pignet: T-(Gr + Pt) (robustețe)				
7.	Ind. Gourtner: (rezist. efort) $\frac{\text{Cap. vit.}}{\text{Gr.}}$				
8.	Coef. Speel (dezv. morf.) $\frac{\text{Cap. vit.} \times \text{Gr.}}{\text{T}}$				
9.	Steep-test (cardiac) $\frac{60 \text{ s} \times 100}{2 \times (P_1 + P_2 + P_3)}$				

* C. Parhon și Șt. M. Milcu „L'épiphise glande endocrine" Congresul de Endocrinologie 1936. Bull. Acad. Vol. XII — 3—4 — pg. 240—243.

Scanned with OKEN Scanner

Aprecierea dezvoltării somatice și morfologice

Nr. crt.	Denumirea test	Criteriu de apreciere			
		F. bun	Bun	Mediocru	Slab
1.	Broca	0—4	4—8	8—12	12—16
2.	Pignet	0—10	11—20	21—25	26—30
3.	Gourtner	70—61	60—55	54—50	49—45
4.	Speel B.	2500—1800	1800—1500	1500—1200	1200—1000
	Speel F.	1800—1500	1500—1200	1200—1000	1000—800
5.	Steep-test	peste 13	11—13	8—10	sub 8

În ceea ce privește periodizarea creșterii, datele din literautră oferă o mare varietate de puncte de vedere. Faptul este justificat întrucît nu se pot delimita net diferitele etape de creștere, ele fiind foarte întrepătrunse. Mai mult motive de ordin didactic reclamă existența unor asemenea împărțiri, în faze distincte, ale procesului de creștere.

Vom prezenta particularitățile de vîrstă anatomo-fiziologice, ale organismului uman pe baza următoarei clasificări a perioadelor cronologice pe care le parcurge în evoluție ontogenetică ființa umană;

1) Prima copilărie cuprinsă de la naștere pînă la 3 ani, cînd apariția dentiției de lapte este terminată.

Ea cuprinde:

a) perioada de nou-născut (primele 30 de zile);

b) perioada de sugar (30 de zile — 1 an);

c) perioada de copil mic (antepreșcolar, 1—3 ani).

2) Perioada de preșcolar (3—6 ani). Începe o dată cu momentul în care dentiția de lapte este apărută și se încheie o dată cu apariția primilor dinți permanenți.

3) Perioada de școlar (6—18 ani). Această perioadă, în funcție de apariția pubertății (12—14 ani la fete, 14—16 ani la băieți) se împarte în:

a) perioada școlară mică (antepubertară): 6—11 ani;

b) „ „ mijlocie (pubertară): 11—15 ani;

c) „ „ mare (postpubertară): 15—18 ani.

Am adoptat această clasificare, avînd drept criteriu principal perioadele de școlaritate, întrucît lucrarea se adresează în primul rînd viitorilor profesori de educație fizică și sport care trebuie să cunoască particularitățile anatomo-fiziologice ale copiilor și adolescenților, mai ales, în raport cu treapta de învățămînt pe care aceștia se găsesc; numai astfel programele școlare de educație fizică pot fi adoptate cerințelor biologice ale organismului realizîndu-se în acest mod condițiile necesare creșterii și dezvoltării armonioase a ființei umane concomitent cu obținerea unui randament sportiv maxim.

Scanned with OKEN Scanner

Motivînd faptul că folosim această clasificare pedagogică, nu putem ignora clasificarea pe baza criteriilor biologice. În accepțiunea biologică perioadele de creștere sînt următoarele:*

1) Prima copilărie considerată la fel ca și în clasificarea pedagogică.

2) A doua copilărie corespunzătoare perioadei de preșcolar din clasificarea pedagogică.

3) Copilăria a treia care durează de la 6—7 ani pînă la pubertate, care se stabilește mai devreme la fete (12—14 ani) decît la băieți (14—16 ani). Se caracterizează prin:

— maturizarea zonelor corticale ale creierului;
— încetinirea creșterii în prima parte a perioadei este urmată de o accelerare spre sfîrșit, în perioada prepuberă;
— apariția primilor dinți definitivi;
— imunizarea dobîndită a organismului.

4) Pubertatea. Această perioadă corespunde cu apariția menstruației la fete și dezvoltarea deplină a funcțiilor sexuale la băieți. Prin încetinirea creșterii staturale, prin accelerarea creșterii în greutate și prin modificările dimensiunilor unor segmente, copilul capătă treptat o înfățișare armonioasă apropiată de cea a adultului.

Oricare ar fi împărțirea, trebuie arătat că toate etapele perioadei de creștere și dezvoltare sînt importante, dar nu greșim cînd afirmăm că etapa peripuberală, în decursul căreia copilul se transformă în adult, are o semnificație deosebită. Pentru unii biologi, pubertatea ar reprezenta chiar momentul cel mai important — după naștere — din viața unui individ. Pubertatea este ea însăși o perioadă ce se întinde pe o durată de timp variabilă atît la fete cît și la băieți, depinzînd de numeroși factori ereditari sau de mediu.

Referitor la particularitățile somato-morfologice ale acestor perioade din viața individului uman relevăm următoarele caracteristici, mai importante:

Perioada de nou-născut

— creșterea rapidă staturală și
— slaba dezvoltare a sistemului nervos și, consecutiv, a funcției de relație cu predominanța centrilor subcorticali;
— coloana vertebrală este rectilinie;
— neurocraniul reprezintă 1/8 din întreaga extremitate cefalică.

Perioada de sugar

— creșterea staturală și ponderală continuă într-un ritm rapid;
— apariția dentiției;

* **Pediatrie** — Vol. I. Editura Medicală, București, 1960.

Scanned with OKEN Scanner

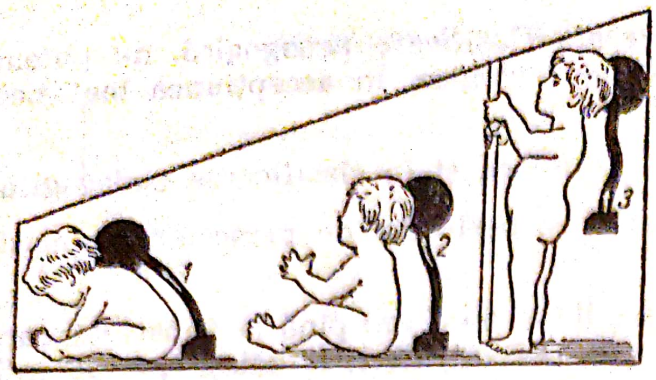


Fig. 17 Apariția curburilor coloanei vertebrale la copil

1 — curbura cervicală (*3* luni) (lordoză); *2* — curbura toracală (*6* luni) (cifoza); *3* — curbura lombară (*12* luni) (lordoză);

— la 3 luni apare lordoza cervicală, la 6 luni cifoza dorsală, la 9—12 luni — lordoza lombară; (Fig. 17).

— toracele care la naștere are o formă conică, pe secțiune fiind aproape rotund, după luna a 6-a ajunge să aibă diametrul transversal mai mare decît cel antero-posterior, fapt ce se accentuează ulterior;

— masa musculară mică;

— slaba dezvoltare a sistemului nervos.

Perioada de copil mic (antepreșcolar)

— încetinirea ritmului de creștere;

— modificarea proporțiilor dintre cap, trunchi și membre;

— completarea primei dentiții;

— osul se deosebește morfologic de cel al adultului prin:

— structura reticulară față de cea lamelară a adultului;

— dispunerea neregulată a sistemelor haversiene;

— periostul relativ gros cu stratul intern pronunțat;

— spații interarticulare mai largi;

— capetele de inserție ale ligamentelor articulare mai lungi ca la adult;

— sistemul nervos este încă incomplet dezvoltat;

— circumvoluțiile și scizurile nu sînt pe deplin accentuate;

— celulele scoarței, deși și-au început diferențierea sînt mici, cu pigment puțin, cu dendrite slab dezvoltate și cu axonii în mare parte nemielinizați. Diferențierea celulelor se termină în cea mai mare parte la 3 ani, fiind definitivă și asemănătoare la 8 ani cu cea a adultului;

— fibrele nervoase sînt incomplet mielinizate.

Perioada de preșcolar

Sistemul nervos: creierul, ca volum este aproape ca la adult, însă aria motrică este încă departe de maturizare. Celulele nervoase sînt încă incomplet diferențiate, iar unele fibre nemielinizate. Excitația este mai puternică decît inhibiția, are o mare mobilitate și iradiere. Al doilea sistem de semnalizare are însă un rol redus în activitatea și comportamentul copiilor.

Scanned with OKEN Scanner

Aspectele practice ale acestei situații sînt următoarele: copiii învață repede mișcări noi, le execută însă imprecis, neeconomic, angrenînd grupe musculare peste necesar. Învățarea se face mai ușor prin intuiție decît prin explicație (al doilea sistem de semnalizare slab). Coordonarea mișcărilor, orientarea în timp și spațiu sînt slabe, din cauza dezvoltării incomplete a analizatorului cinestezic (mioartroclimatic).

Aparatul locomotor. Oasele se pot deforma ușor în urma unor solicitări mari și îndelungate. De aceea se va avea mare grijă în alegerea mijloacelor și duratei de folosire a acestora. Se va evita efortul static și se va corecta permanent poziția și eventualele atitudini vicioase.

Mușchii sînt puțin dezvoltați, predominînd grupele flexoare asupra celor extensoare, fibra musculară este lungă, comparativ cu porțiunea tendinoasă; este bogată în sarcoplasmă; conține mai multă apă și mai puține proteine, mai mult țesut conjunctiv interstițial și mai puțin țesut elastic. La această vîrstă copiii au tendința de a efectua mișcări folosind cu precădere mușchii flexori, ceea ce poate duce cu timpul la deviații mai cu seamă ale coloanei vertebrale. De aceea, în jocurile dinamice și în general în orice activitate de educație fizică se va pune accentul pe grupele musculare extensorii și pe metoda de corectare, prin mișcare, a unor deficiențe de ținută.

Dintre calitățile motrice, viteza și forța sînt puțin dezvoltate, iar rezistența este cea mai slabă; de aceea nu se vor folosi exerciții cu efort static, ci numai cu efort dinamic, însă fără îngreunare și cît mai variate, pentru a nu plictisi copiii.

Aparatul respirator. Plămînii sînt foarte mari față de cutia toracică; inima, organele mediastinale ocupă și ele un spațiu proporțional mai mare ca la adult. Amplitudinea excursiilor respiratorii este micșorată, iar în inspirațiile profunde se observă bombarea spațiilor intercostale, compensînd astfel nevoia de expansiune a plămînilor. Țesutul pulmonar interstițial este mai bine dezvoltat, mai bogat vascularizat, cu capilare și spații limfatice mai largi decît la adult. În consecință, plămînul este mai puțin aerat și mai hiperemiat în comparație cu adultul. Țesutul elastic este mai puțin dezvoltat; elasticitatea pulmonară crește pînă la 20 de ani, structura plămînului copilului devenind în jurul vîrstei de 14 ani asemănătoare cu cea a adultului.

Aparatul cardio-vascular este încă incomplet dezvoltat. Între 2—5 ani inima crește foarte rapid. Dezvoltarea mușchiului cardiac se face într-un ritm invers față de cea a plămînilor. Sistemul nervos autonom nu este încă dezvoltat. Creșterea inimii drepte rămîne în urma creșterii inimii stîngi. Partea atrială este mai lată, comparativ cu cea ventriculară. Raporturile inimii față de organele mediastinale, comparativ cu adultul, sînt diferite. Oboseala apare rapid, iar recuperarea cere un timp lung. De aceea, exercițiile sub formă de jocuri dinamice trebuie să aibă pauze lungi. *Metabolismul* este foarte activ; consumul de energie pe kilocorp este mai mare ca la adult. De aceea, în alimentația copiilor de această vîrstă trebuie prevăzute mai multe calorii, iar conținutul în principii alimentare să fie bogat în proteine, cu rol plastic, glucide, cu rol energetic și vitamine. *Gonadele* sînt slab dezvoltate.

Scanned with OKEN Scanner

Perioada de școlar mic

Creșterea este în general uniformă, accelerîndu-se către sfîrșitul perioadei; creșterea se face mai ales pe seama creșterii în lungime a membrelor inferioare, ceea ce determină o accentuată gracilizare a corpului copilului. Pînă la 10 ani, diferențele de creștere ale copiilor de sex opus nu sînt mari; la fete începe de la această vîrstă o accelerare a creșterii datorită apariției pubertății.

Pe categorii de organe și aparate marcăm următoarele particularități: *Sistemul nervos.* Creierul este în greutate aproape ca la adult, însă din punct de vedere funcțional dezvoltarea nu este completă; se constată o mai bună dezvoltare a primului sistem de semnalizare; aria motrică corticală se apropie de maturație (este completă abia la 13—14 ani).

Activitatea nervoasă superioară se perfecționează în sensul că spre sfîrșitul acestei perioade se dezvoltă capacitatea de inhibiție corticală, fără însă a echilibra excitația.

Partea periferică a analizatorului cinestezic se perfecționează, mișcările devin mai precise, coordonarea mai bună, contracțiile inutile, neeconomice, se exclud treptat. Timpul și spațiul sînt apreciate mai just.

Aparatul locomotor. Oasele sînt mai dure prin consolidarea sistemelor funcționale lamelare, ceea ce determină o ușoară creștere a rezistenței acestora la solicitările de tracțiune, presiune și răsucire.

Musculatura ajunge să reprezinte la 6 ani, 21,7% din greutatea corpului (față de peste 35% la adult). Concomitent crește și tonusul muscular, ceea ce determină o îmbunătățire a staticii. Viteza de reacție și de recepție este mai bună, însă forța este încă redusă, din cauza masei musculare încă reduse.

Aparatul cardio-vascular. Cordul reacționează puternic, însă neeconomic la efort; irigația coronariană este bogată; mecanismele de reglare sînt încă slabe pînă la 7 ani, însă sînt mai adecvate la solicitările ușoare.

Aparatul respirator. Toracele devine asemănător celui al adultului ca formă, nu însă și ca dimensiuni; diametrul transversal este mai mare, ca și cel antero-posterior; apertura toracică devine oblică, coastele iau o direcție descendentă, nemai fiind atît de orizontalizate. Totuși toracele rămîne în urma dezvoltării membrelor. Plămînii încep să fie asemănători ca structură cu plămînul adult, încă de la 7 ani, dar volumul este încă mic; datorită acestui fapt, capacitatea de efort crește, însă neîndestulător.

Nu există substratul morfo-funcțional pentru eforturi mari și îndelungate.

Asigurarea echilibrului corpului în repaos, dar mai ales în timpul efortului, întîmpină dificultăți din cauza analizatorului cinestezic, care este insuficient dezvoltat, precum și datorită faptului că centrul general de greutate al corpului este mai ridicat față de sol.

Eforturile se vor îndrepta spre însușirea unei motricități corecte, eliminarea legănării și a altor mișcări de prisos în mers și alergare. Trebuie insistat asupra unei ținute corecte și însușirii unui ritm corect al mișcărilor, acordînd o mare atenție dezvoltării mai accentuate a mușchilor extensori ai spatelui și gîtului, precum și a altor grupe musculare extensoare, urmărind să se stabilească treptat asigurarea unui echilibru funcțional între marile grupe musculare antagoniste.

Scanned with OKEN Scanner

Rezistența la efort static a copilului la această vîrstă este mică, în schimb activitatea dinamică de contracții și relaxări succesive este mai puțin obositoare. Efortul dinamic este favorizat și de gradul crescut de excitabilitate corticală și asigură condiții favorabile pentru circulație și respirație.

Eforturile de forță, care reclamă încordări musculare mari și cele de rezistență nu sînt recomandabile la această vîrstă.

O mare atenție se va acorda ținutei corecte în bancă a elevilor pentru a preveni deformații ale coloanei vertebrale.

Regimul de viață echilibrat, alternarea judicioasă a efortului fizic, intelectual, și al odihnei, alimentația rațională, bogată în proteine și vitamine (A, D_2, B complex), mișcarea în aer liber, — vor contribui la dezvoltarea armonioasă a organismului copiilor.

Perioada de școlar mijlociu

În această categorie se includ fete și băieți avînd o vîrstă cronologică diferită. Există însă un criteriu principal care-i unește într-o singură categorie și anume: pubertatea, cu marile transformări pe care le produce în întreg organismul copilului.

Fenomenul central al pubertății este maturația sexuală produsă de fluxul crescut al hormonilor sexuali, care determină apariția caracterelor sexuale secundare concomitent cu profunde modificări somato-vegetative și psihice. Dacă pînă în jurul vîrstei de 11 ani secrețiile endocrine abundau în hormoni de creștere, după această vîrstă sistemul endocrin se caracterizează printr-o activitate secretorie intensă a ovarului și respectiv testiculului, care prin hormonii sexuali determină modificări morfologice și funcționale importante ale organismului. Evenimentul este mai precis marcat la fete prin apariția primei menstruații, iar la băieți prin apariția ejaculației. Se produce sexualizarea corpului, fenomenele de maturizare sexuală împletindu-se cu acelea de maturizare neuropsihică (Șt. Milcu). În principal, apar caracterele sexuale primare care constau în maturizarea și dezvoltarea organelor genitale care capătă forma anatomică de la adult, devenind în același timp funcționale.

Odată cu pubertatea se evidențiază caracterele sexuale secundare, respectiv la băieți: dezvoltarea laringelui și schimbarea vocii, apariția pilozității axilare și pubiene (de tip rombic), creșterea masei musculare ș.a., iar la fete — dezvoltarea glandelor mamare, apariția pilozității axilare și pubiene (de tip triunghiular), depunerea caracteristică a paniculului adipos ș.a. Scheletul, îndeosebi al bazinului, prezintă diferențieri între cele două sexe. La femei, diametrele sînt mai mari, bazinul fiind astfel adaptat pentru parturiție. În același timp și celelalte organe și sisteme care alcătuiesc corpul uman prezintă diferențieri morfologice la cele două sexe.

Referitor la caracteristicile morfologice ale celorlalte aparate menționăm următoarele elemente cu importanță în practica sportivă:

Aparatul locomotor. Oasele se dezvoltă la această vîrstă mai ales în urma creșterii lor în lungime, prin depunerea de săruri minerale (calciu și fos-

Scanned with OKEN Scanner

for) și prin consolidarea structurii funcționale intime. Ele devin mai rezistente la acțiunea factorilor mecanici de presiune, tracțiune și răsucire, în detrimentul elasticității lor anterioare.

Articulațiile, în schimb, sînt slab dezvoltate, iar ligamentele nu asigură în suficientă măsură rezistența la tracțiune, la răsucire.

Mușchii se dezvoltă mai ales prin alungirea fibrelor și nu în grosime. Din această cauză suprafața lor de secțiune fiziologică este încă mică și în consecință și forța lor este mică. Lungimea fibrelor musculare are și un avantaj în sensul că determină creșterea valorii lucrului mecanic, cu obligația ca să nu existe îngreuiere peste forța globală a mușchiului.

Viteza de reacție și de repetiție este dezvoltată, însă forța și rezistența sînt mult rămase în urmă față de adult. De aceea nu sînt permise antrenamentele în vederea obținerii performanțelor la eforturile de forță și de rezistență; orice folosire nejudicioasă a mijloacelor care dezvoltă forța și rezistența are urmări negative asupra creșterii.

Creșterea în lungime a oaselor și alungirea mușchilor dau aspectul caracteristic al puberului: înalt și slab, cu toracele îngust, indicele Erissmann negativ (valori minime la 14—15 ani), plămîni cu volum mic (pericol de tuberculoză), vocea schimbată la băieți datorită creșterii rapide a laringelui, tonus muscular scăzut predispunînd la deformări ale coloanei vertebrale, apariția sau accentuarea piciorului plat, apariția acneei juvenile etc.

Sistemul nervos se dezvoltă rapid și se încheie, practic, maturizarea ariei corticale a analizatorului motor. Funcția de analiză și sinteză a scoarței se dezvoltă, crește procesul inhibiției interne. Pe această bază viteza formării diferențierilor crește, iar reflexele condiționate formate se sting mai lent. Funcția celui de al doilea sistem de semnalizare domină asupra primului sistem.

Trebuie arătat că la pubertate mai persistă încă într-o oarecare măsură insuficiența proceselor de inhibiție condiționată față de puterea proceselor de excitație. Datorită acestui fapt, mișcările copiilor la această vîrstă au un caracter brusc, cu precizie scăzută.

Excitabilitatea și mobilitatea ridicată a sistemului nervos în perioada pubertară explică rapiditatea reacțiilor motrice în general, însă întrucît echilibrul proceselor nervoase este instabil, coordonarea și viteza de deplasare nu beneficiază de condiții favorabile de dezvoltare și de multe ori dezvoltarea vitezei stagnează.

Aparatul cardio-vascular. Cordul este voluminos, comparativ cu toracele; mecanismele de reglare ale circulației sînt frecvent tulburate (predominanță simpatică), care se exagerează la efort. Se întîlnesc frecvent la inimă sufluri funcționale, aritmii și crize de hipertensiune.

Deși aparatul cardio-vascular și pulmonar sînt mult solicitate din cauza creșterii rapide a masei corporale, efortul fizic nu este contraindicat decît în cazul unor leziuni organice. Experiența a arătat că tulburările funcționale dispar prin practicarea rațională a sportului.

Cea mai izbitoare diferență față de vîrsta de școlar mic este dezvoltarea intensă a glandelor endocrine și îndeosebi a gonadelor, care devin funcționale. Secreția de testosteron a testicolului și de foliculină și progesteron a ovarului determină atît caracterele sexuale primare și secun-

Scanned with OKEN Scanner

dare cît și toate celelalte modificări morfologice ale celorlalte sisteme și aparate. Maturizarea sexuală duce la apariția libidoului și la capacitatea de procreare, — elemente care vor influența întreg comportamentul tînărului. Activitatea nervoasă superioară suferă modificări importante. Glanda hipofiză și în special lobul său anterior își intensifică activitatea, se mărește secreția de TSH, ACTH și hormoni gonadotropi. Crește activitatea tiroidei și a suprarenalei, determinînd o hiperreactivare a sistemului nervos și o instabilitate sau labilitate neurovegetativă accentuată.

Modificările endocrine, nervoase și neuropsihice accentuează discrepanța dintre dezvoltarea fizică și capacitatea funcțională reală a organismului, lucru care se manifestă prin mișcări nesigure, stîngace, greutate sau chiar tulburări neuro-vegetative vasomotorii (tendință la transpirație, la lipotimie, roșeață a feței etc.), irascibilitate, emotivitate, cu unele stări de timiditate excesivă sau de frondă, atitudini explozive, tendință spre jocurile competiționale zgomotoase etc.

Cu toate acestea, la această vîrstă există substratul nervos și locomotor necesar învățării deprinderilor motrice complexe (perfecționarea tehnicii) și pentru eforturile de viteză. Ținînd seama însă de faptul că fiecare copil își face propria lui pubertate, trebuie avut grijă deosebită pentru individualizarea efortului.

Diferențele de sex sînt mari în această perioadă. Fetele depășesc inițial băieții în ritmul de creștere a înălțimii și greutății. Apare dezvoltarea bazinului, depunerile specifice de panicul adipos, sînii se dezvoltă etc. Datorită deosebirilor somatice și vegetative dintre cele două sexe, este necesar să se elaboreze programe separate.

În această perioadă de vîrstă sînt permise în programele de educație fizică: alergările pe distanță scurtă, săriturile, aruncările cu materiale sportive corespunzătoare (mingi de oină, greutăți mici, disc și suliță la juniori), jocuri sportive alternate cu pauze de odihnă relativ lungi, gimnastică, înot etc.

Eforturile care impun cerințe crescute în ceea ce privește rezistența: alergări pe distanțe medii, patinaj-viteză, ciclism pe șosea, pot fi incluse în programul de pregătire, cu condiția ca ele să fie introduse treptat, sub controlul medical, limitînd strict efortul în concordanță cu nivelul dezvoltării fizice și capacitatea funcțională a organismului copiilor de această vîrstă.

Nu sînt recomandate eforturile maxime cu încordări mari ale aparatului locomotor. În pregătirea copiilor de această vîrstă se pot folosi însă un număr mare de exerciții fizice cu o structură diferită a mișcărilor și cu un caracter variat al efortului neuro-muscular. Ele contribuuie la dezvoltarea stereotipurilor dinamice, la obținerea unui bagaj bogat și la dezvoltarea capacității funcționale a organismului.

În concluzie, la vîrsta pubertară, modelele de pregătire fizică trebuie aplicate în mod diferențiat, în funcția de natura eforturilor și de solicitările specifice fiecărei ramuri sportive. Faptul că vîrsta cronologică nu este identică cu vîrsta biologică, impune de asemenea înlăturarea aplicării rigide a indicațiilor și contraindicațiilor arătate mai sus.

Cunoașterea aprofundată a particularităților morfo-funcționale și psihice ale fiecărui copil cu care lucrăm, este singura cale care permite evi-

Scanned with OKEN Scanner

tarea celor două greșeli mai frecvent întîlnite în viața sportivă: suprasolicitarea organismului prin eforturi exagerate și excesul de prudență, din cauza căruia pregătirea este menținută la un nivel inferior posibilităților copilului.

Perioada de școlar mare

Odată pubertatea încheiată, copilul s-a transformat în tînăr (junior), care, atît din punct de vedere al dezvoltării morfo-funcționale cît și al capacității de efort și caracteristicilor psihice, se apropie tot mai mult de adult. Studiile au arătat că la vîrsta de 16—17 ani, unii indici ai dezvoltării fizice, ca: înălțimea, greutatea și perimetrul toracic se apropie, iar la 18—19 ani ating aproape complet nivelul indicilor morfologici similari ai adulților.

După 16 ani, creșterea se încetinește, oasele se apropie de structura și rezistența osului adult; cartilajele de conjugare se subțiază, marcînd începutul osificării lor și încetarea definitivă a creșterii în înălțime.

Toracele se dezvoltă ca volum și mai mult decît membrele, ceea ce face să crească indicele de proporționalitate (Erissmann).

Mușchii cresc în volum. Prin creșterea suprafeței secțiunii lor fiziologice, forța se dezvoltă proporțional cu valoarea acestei suprafețe. Este cunoscut din literatura de specialitate că un centimetru pătrat de suprafață dezvoltă la această vîrstă cca 10 kgf. Fac excepție de la această regulă femeile de aceeași vîrstă, care dezvoltă pe aceeași suprafață de secțiune circa 7—8 kgf și tinerii antrenați, la care valoarea pe cm^2 depășește valoarea medie (în funcție de gradul de antrenament). Cu toate acestea trebuie să subliniem că în această perioadă de vîrstă, forța rămîne în urmă ca valoare față de calitatea de viteză și coordonare, care este aproape ca la adult. Tonusul muscular și capacitatea de rezistență la efortul static cresc.

În concluzie, din punct de vedere nervos și locomotor, există substratul învățării cu ușurință a unor mișcări noi și a corectării pînă la măiestrie a vechilor deprinderi.

Totodată trebuie arătat că o caracteristică a activității sistemului nervos central la această vîrstă este aceea că, sub influența emoțiilor, tinerii efectuează un efort muscular care depășește nivelul capacității de lucru a celulelor nervoase, realizînd uneori unele performanțe extraordinare prin „depășire de sine", acestea însă prezintă în același timp pericolul de supraîncordare și suprasolicitare a organismului, cu repercusiuni defavorabile care uneori se soldează cu abandonarea activității sportive.

Aparatul cardio-vascular ajunge în stadiul în care există un raport armonios între organele centrale și cele periferice. Mecanismele de reglare se perfecționează; economia funcțională de efort și de repaos sînt bune, iar adaptarea la efort se face repede.

Sistemul autonom este aproape dezvoltat, iar rețeaua coronariană este identică cu cea a adultului. Volumul miocardului este încă mai mic decît la adult.

Aparatul respirator. Capacitatea vitală, frecvența respirațiilor, ventilația pulmonară și schimburile gazoase se perfecționează, structura anatomică este aproape asemănător cu cea a adultului.

Scanned with OKEN Scanner

La această vîrstă, pe lîngă eforturile bazate pe exerciţii de viteză, în programul de pregătire se pot include, treptat şi eforturile de rezistenţă şi cele de forţă. Ponderea acestor exerciţii va fi stabilită de la caz la caz, strict individualizat, bazîndu-se pe nivelul de dezvoltare morfologic şi funcţional şi pe capacitatea reală de efort la care a ajuns tînărul prin pregătirea sa fizică anterioară. Eforturile care reclamă încordări musculare foarte mari şi repetate (contracţii izometrice funcţionale, ridicarea halterelor etc.) trebuie foarte corect şi atent dozate, iar cei care efectuează asemenea eforturi trebuie supuşi unor controale medicale diferenţiate în mod repetat.

Prezentînd didactic principalele perioade de creştere şi particularităţile morfologice aferente, trebuie să subliniem că există o mare variabilitate individuală a acestor caractere somato-funcţionale şi psihice la indivizii de aceeaşi vîrstă cronologică. Fiecare individ reprezintă un unicat determinat genetic şi paratipic, fapt care impune o individualizare marcată a activităţii sportive.

Capacitatea de efort diferită a copiilor de aceeaşi vîrstă cronologică (aceeaşi clasă) se menţine şi la adult, dar în timpul copilăriei aceste diferenţe sînt mai ample; mai mult, ceea ce este foarte important, această capacitate de efort la copii este instabilă şi nesigură, fapt explicabil prin marea labilitate neuro-vegetativă a acestora, datorită îndeosebi pubertăţii, care lasă o amprentă de mare variabilitate individuală.

Referitor la ritmul individual de creştere trebuie să menţionăm că în ultimul secol, dar mai ales în ultimele decenii, s-a văzut la copiii şi tinerii din majoritatea ţărilor europene şi din alte continente un important fenomen biologic, denumit de G. Roberts (1876) şi E. W. Koch (1953) „secular trend“ (tendinţă seculară), caracterizat printr-o creştere accelerată a unor indici de dezvoltare. (Fig. 18). Astfel, valorile medii ale înălţimii şi greutăţii copiilor şi adolescenţilor de azi sînt mai mari decît în secolul trecut, iar maturitatea sexuală apare mai timpuriu. Deşi încheierea procesului de creştere are loc mai curînd, totuşi dimensiunile definitive ale adultului sînt mai mari; viaţa sexuală s-a prelungit nu numai printr-o pubertate mai timpurie, dar şi printr-un climacteriu (menopauză) mai tardiv; longevitatea omului a devenit mai mare. Din datele obţinute pe plan mondial se poate trage concluzia că „secular trend-ul“ are loc în toate ţările lumii dezvoltate economico-social, independent de poziţia geografică, climă, componenţa etnică atît la oraşe cît şi la sate; în diverse grade el poate atinge toate păturile sociale. În ţara noastră, datorită îmbunătăţirii condiţiilor de trai fenomenul acesta este deosebit de accentuat (fig. 19—26).

Tot în acest context trebuie să menţionăm şi fenomenul de neotenie respectiv de întîrziere a maturităţii psiho-intelectuale şi accelerarea maturizării sexuale, constatat în ultimul timp pe întreg globul pămîntesc.

Studiul condiţiilor şi factorilor care determină fenomenele de acceleraţie şi întîrziere în dezvoltare şi neotenie, scoate în evidenţă influenţa vieţii civilizate, a îmbunătăţirii alimentaţiei, progresele în profilaxia şi tratamentul bolilor, precum şi beneficiile unei organizări mai raţionale a activităţii şi timpului liber al tineretului.

În legătură cu acest ultim punct de vedere, se discută pe larg importanţa deosebită a educaţiei fizice şi sportului asupra creşterii şi dezvol-

Scanned with OKEN Scanner

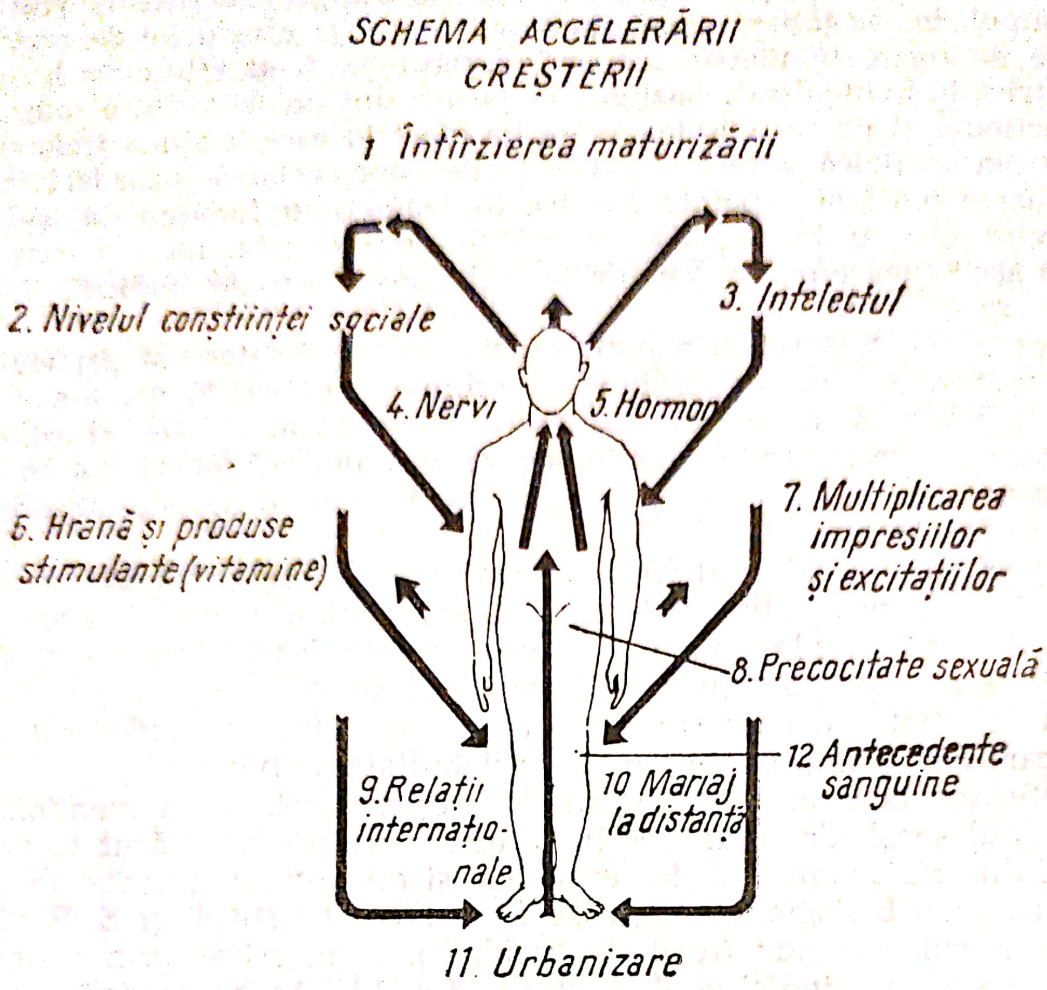


Fig. 18 Intricarea factorilor endogeni și exogeni și consecințele asupra constituției și accelerării (După R. Nold)

1 — Intricarea maturizării; *2* — Nivelul conștiinței sociale; *3* — Intelectul; *4.* — Nervi; *5* — Hormoni; *6.* — Hrană și produse stimulante (vitamine); *7* — Multiplicarea impresiilor și excitațiilor; *8* — Precocitate sexuală; *9* — Relații internaționale; *10* — Mariaj la distanță; *11* — Urbanizare; *12* — Amestecuri sanghine (heterozis).

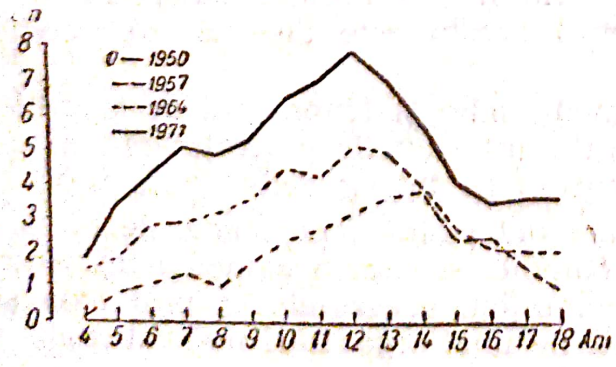


Fig. 19 Creșterea nivelului mediu al înălțimii fetelor din mediul urban în perioada 1950—1971.

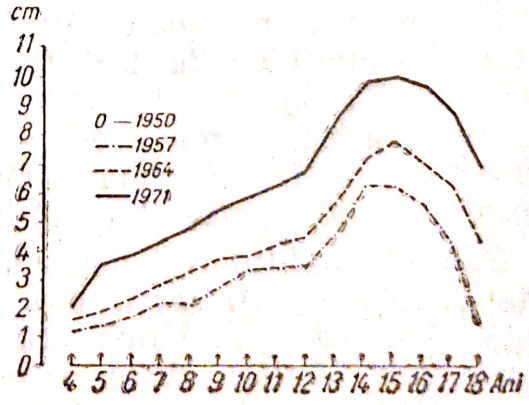


Fig. 20 Creșterea nivelului mediu al înălțimii băieților din mediul urban în perioada 1950—1971.

Scanned with OKEN Scanner

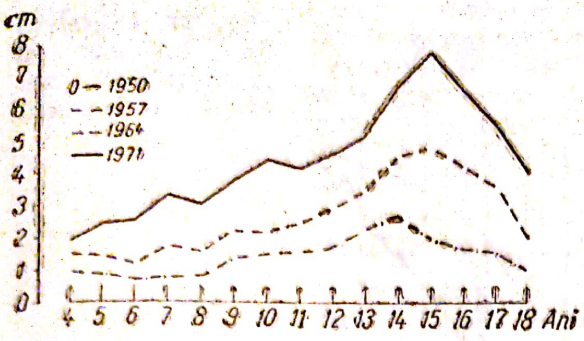


Fig. 21 Creșterea nivelului mediu al înălțimii la băieți din mediul rural în perioada 1950—1971

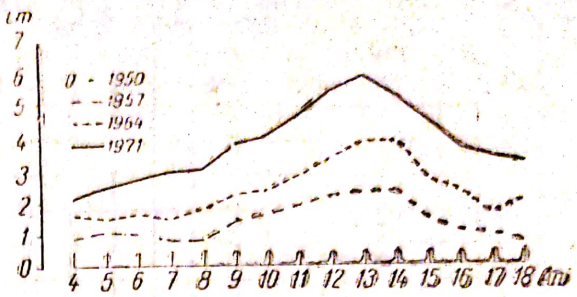


Fig. 22 Creșterea nivelului mediu al înălțimii la fetele din mediul rural în perioada 1950—1971

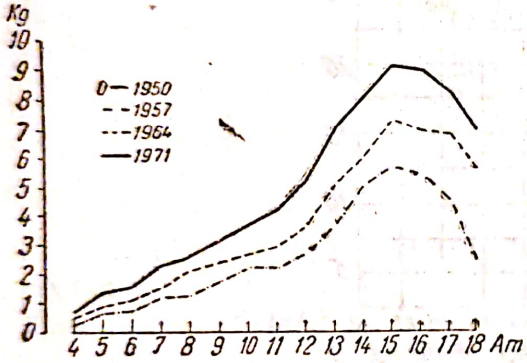


Fig. 23 Creșterea nivelului de dezvoltare în comparație cu datele din 1950 urban — greutate băieți

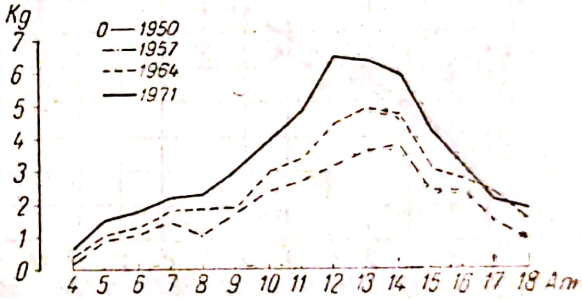


Fig. 24 Creșterea nivelului de dezvoltare în comparație cu datele din 1950 urban — greutate fete

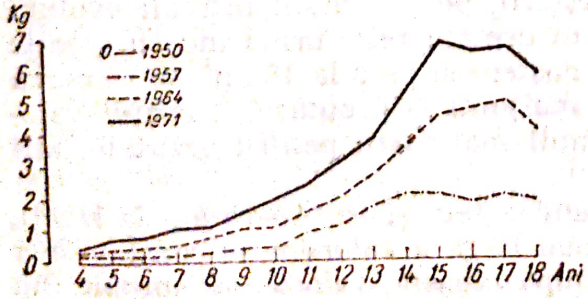


Fig. 25 Creșterea nivelului de dezvoltare în comparație cu datele din 1950 rural — greutate băieți

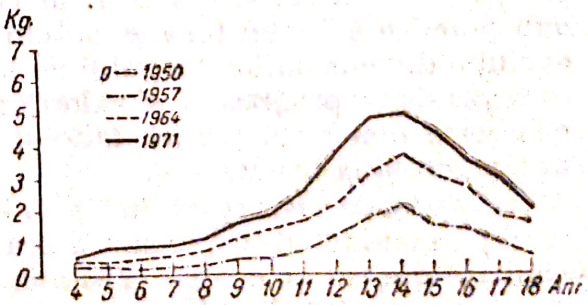


Fig. 26 Creșterea nivelului de dezvoltare în comparație cu datele din 1950 rural — greutate fete

Scanned with OKEN Scanner

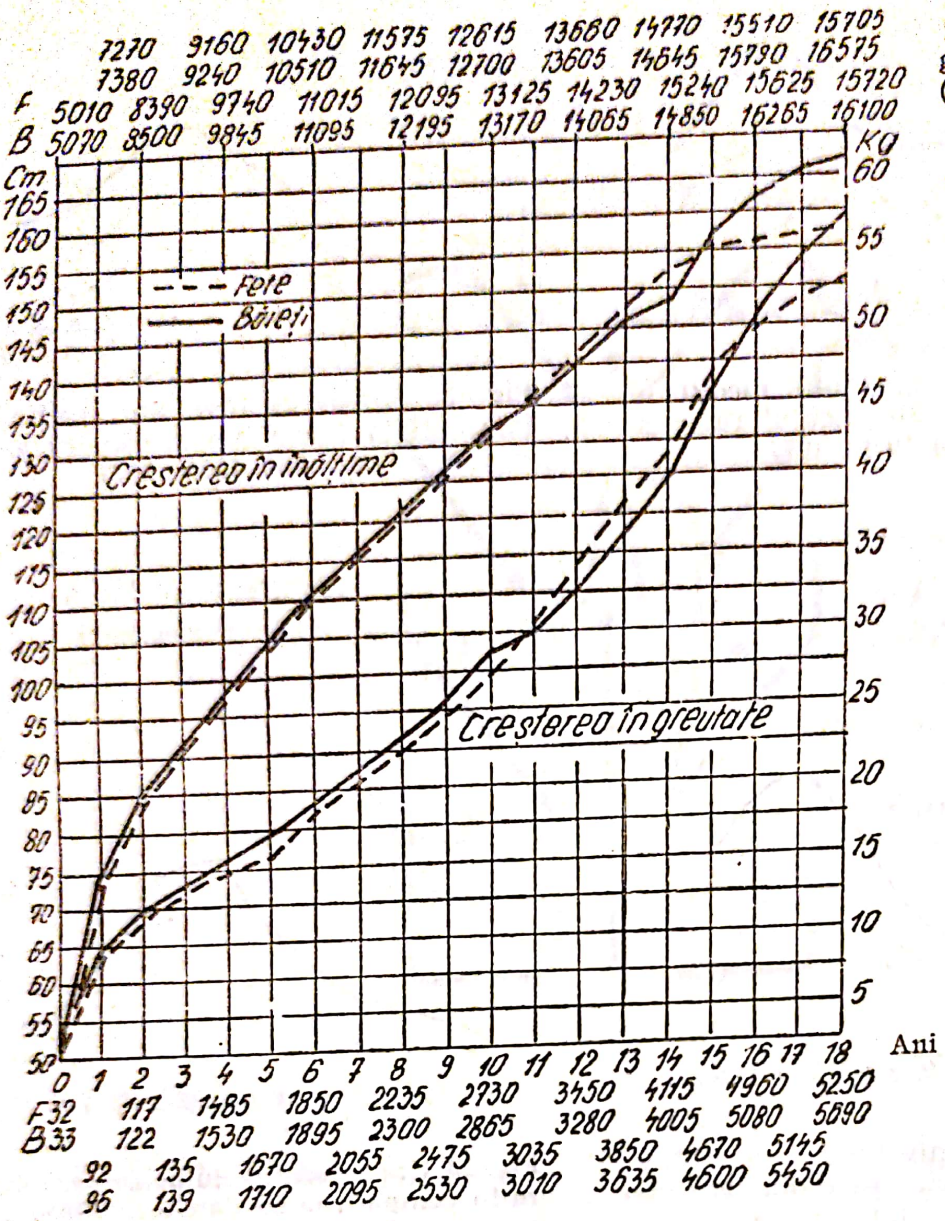


Fig. 27 Creșterea în înălțime și greutate pe sexe. (după A. Ionescu)

tării tineretului. Cercetările dovedesc eficacitatea practicării metodice a exercițiilor fizice atît asupra creșterii normale și dezvoltării armonioase a tineretului, cît și asupra diminuării efectelor negative ale fenomenului de neotenie.

Sintetizînd conform datelor enunțate de Adrian Ionescu principalii parametri somatici și viscerali ai creșterii, pe parcursul întregii evoluții ontogenetice a ființei umane, subliniem următoarele: urmărind cu atenție evoluția dimensiunilor corpului de la naștere și pînă la 18 ani, se remarcă o dispersiune progresivă a valorilor înălțimii și greutății. Variația valorilor este mai mică pentru talie și mult mai mare pentru greutate, atît la fete, cît și la băieți.

În perioada pubertară, la 12—13 ani la fete și la 14—15 ani la băieți, variația maximă și dispersiunea cea mai largă a valorilor se constată atît pentru talie, cît și pentru greutate. După aceasta, valorile se apropie din ce în ce mai mult de valoarea medie.

---

* Adrian Ionescu *„Creșterea normală și dezvoltarea armonioasă a corpului*, 1968.

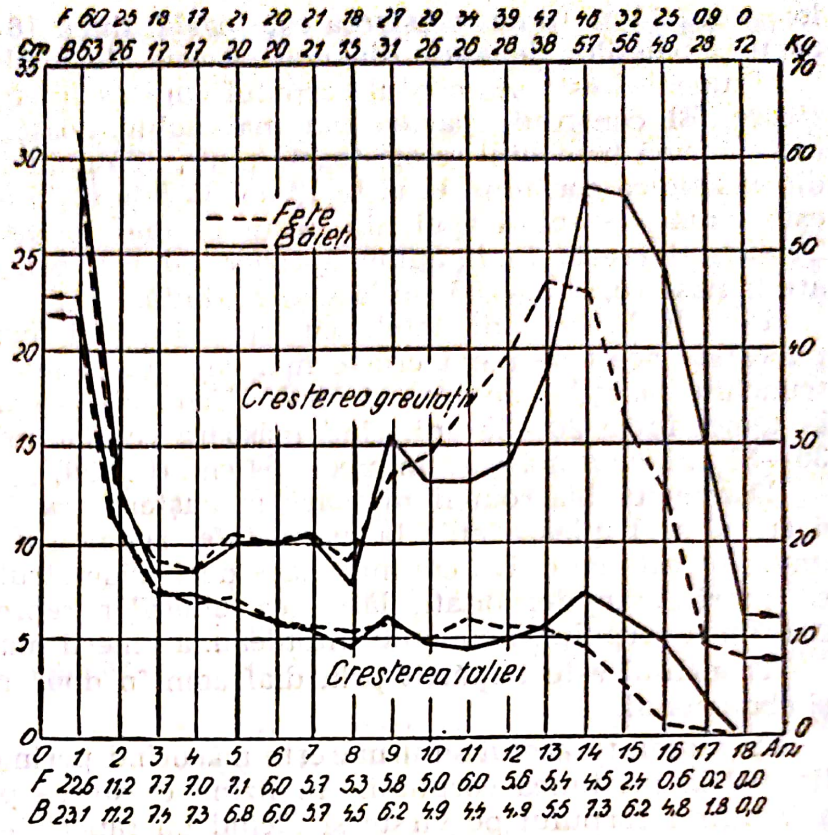


Fig. 28 Creșterea anuală a taliei și greutății (după A. Ionescu)

Ritmul și viteza creșterii în înălțime și greutate, ca și succesiunea perioadelor mai active sau mai lente, nu corespund cu exactitate la cele două sexe (fig. 27).

Fetele au o creștere mai grăbită în perioada prepubertară și pubertară, cînd depășesc pe băieți pentru scurt timp, atît în înălțime cît și în greutate, după care creșterea se încetinește, oprindu-se înaintea băieților. La băieți pubertatea se desfășoară mai tîrziu și mai încet, dar pe o durată mai lungă de timp, care permite creșterea în continuare în înălțime și greutate. După 15 ani băieții ajung din urmă fetele și le depășesc, realizînd creșteri uneori destul de ridicate.

Datele statistice arată că atît talia cît și greutatea continuă să crească din ce în ce mai puțin la băieți, pînă la 25—26 ani. (Fig. 28).

Creșterea globală a înălțimii și greutății corpului este rezultatul creșterii segmentelor care îl compun: cap, gît, trunchi, memebre superioaore și inferioare.

Ritmul inegal al creșterii acestor segmente determină schimbări continue în proporțiile corpului. Cele mai spectaculoase faze ale evoluției au loc în viața intrauterină și în primii ani de după naștere. A doua perioadă de mari schimbări este pubertatea, în timpul căreia se produce maturizarea sexuală.

Creșterea craniului se face în mai multe etape: în primul an, creșterea la ambele sexe este uniformă și egală. Între 2 și 6 ani crește cu predominanță partea frontală și occipitală, iar între 6 și 7 ani se alungește baza craniului. Pînă la 10 ani capul băieților este mai înalt decît al fete-

Scanned with OKEN Scanner

lor; între 11 și 16 ani creșterea este egală; după 16—18 ani dimensiunile capului băieților depășesc din nou pe cele ale fetelor, în toate sensurile.

Trunchiul este segmentul corpului cuprins între gît și membrele inferioare. El constituie partea cea mai voluminoasă a corpului. În viața intrauterină trunchiul crește foarte mult, ajungînd să reprezinte 32—35% din înălțimea corpului. Pînă la 13 ani la fete și 15 ani la băieți, creșterea este lentă, devenind apoi din ce în ce mai intensă pînă la maturitate Trunchiul crește în lungime aproape de trei ori, de la 18—20 cm cît are la naștere, la 50—55 cm la vîrsta adultă.

Pînă la 10—14 ani, fetele au trunchiul mai scurt decît băieții. După pubertate acest segment crește mai repede, la fete întrecînd în lungime trunchiul băieților de aceeași vîrstă. Trunchiul capătă o formă definitivă la femei între 20—25 ani, cînd măsoară cca 50 cm, iar la bărbați între 30—35 ani, cînd măsoară în medie 54 cm. (fig. 29).

Diametrul biacromial măsoară la naștere cca 12 cm; se dublează la 6 ani și se triplează abia la maturitate. Diametrul biumeral sau lățimea umerilor este cu cîțiva cm mai mare decît diametrul biacromial. La copiii și tinerii bine dezvoltați, lărgimea umerilor reprezintă o pătrime din înălțimea corpului. Fetele au întotdeauna umerii mai înguști decît băieții.

Trunchiul este împărțit prin diafragm în două mari cavități: toracele și abdomenul.

Creșterea toracelui se urmărește măsurînd perimetrul toracic și raportîndu-l la înălțimea corpului. Analizînd creșterea perimetrului toracic și a înălțimii corpului pe vîrste și făcînd un raport între ele după formula lui Erissmann (perimertul toracic minus jumătatea taliei), s-au putut trage o serie de concluzii cu privire la creșterea toracelui de la 0—18 ani (datele Institutului de igienă obținute în 1957 pe 310 000 de copii și tineri din toată țara).

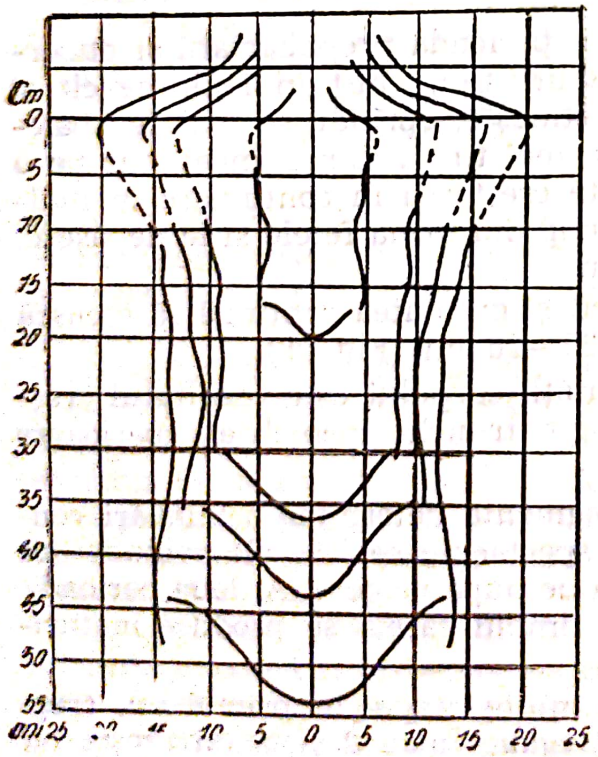


Fig. 29 Creșterea în înălțime și lățime a trunchiului (după A. Ionescu)

După ce a atins un maximum egal la ambele sexe (în jurul vîrstei de 6—9 luni), indicele Erissmann scade pînă la pubertate. El atinge valoarea 0 la fetele de 5 ani și la băieții de 6 ani, cînd continuă să scadă, căpătînd valori negative: 4,42 la fetele de 12 ani și 4,01 la băieții de 14 ani. Aceste valori scăzute au o importantă semnificație în ceea ce privește capacitatea funcțională a aparatului respirator la această vîrstă. După ce atinge limita inferioară, indicele Erissman începe din nou să crească, trecînd la valori pozitive la fetele de 17 ani și la băieții de 18 ani.

Perioada dintre 5—17 ani la fete și 6—18 ani la băieți, în care valorile indicelui Erissmann sînt

Scanned with OKEN Scanner

negative, este cunoscută sub numele de „perioada toracelui îngust" și reprezintă o fază lungă de evoluție deficitară a dimensiunilor toracelui și a funcțiunii respiratorii.

Ritmul cu care crește perimetrul toracic în această perioadă este mai lent decît ritmul creșterii în lungime a corpului întreg.

Creșterea perimertului toracic se consideră terminată în jurul vîrstei de 20 de ani, cînd ajunge în medie la 85 cm la bărbați și 80 cm la femei. Se observă uneori o creștere lentă a toracelui pînă aproape de 50 de ani, datorită mai ales dezvoltării masei musculare sau depunerilor grăsoase în țesuturile subcutanate.

Abdomenul constituie etajul inferior al trunchiului și se împarte în abdomen propriu-zis și bazin.

Perimetrul abdominal este la naștere în medie de 24—25 cm și variază între 20 și 28 cm. Acest perimetru crește pînă la 5 ani, ajungînd la băieți la 47—59 cm și la fete la 44—57 cm; la 10 ani ajunge la băieți la 50—67 cm și la fete la 47—64 cm.

Bazinul este la naștere foarte mic și pare ridicat spre abdomen; diametrul său anteroposterior este mai mare decît cel transversal. Cînd copilul se ridică în picioare și merge, bazinul se lărgește și se înclină înainte și în jos.

Diametrul bicretal, care la naștere măsoară circa 10 cm, ajunge la sfîrșitul creșterii la 27 cm. Diametrele bazinului se dublează la 6 ani și se triplează la maturitate.

Lățimea șoldurilor la nivelul marilor trohantere este la noul născut de 7,5 cm, deci mai mică decît lărgimea bazinului. Această dimensiune se mărește destul de repede, dublîndu-se la 3 ani, triplîndu-se la 11 ani și ajungînd la vîrsta adultă de 4 ori mai mare.

Începînd de la 7 ani, dimensiunile bazinului și în special diametrul șoldurilor sînt mai mari la fete decît la băieți. Există un raport direct între creșterea trunchiului și a corpului întreg în înălțime și creșterea în lungime a membrelor superioare. La naștere memebrele superioare sînt egale în lungime cu trunchiul, pe care îl depășesc la 2 ani cu 114—116% și la 6 ani cu 123—124%.

La adulți raportul dintre lungimea membrelor superioare și înălțimea corpului variază după dimensiunile taliei astfel: La 150 cm înălțime, lungimea membrelor superioare este la bărbați de 64—71 cm, iar la femei de 61—68 cm; la 160 cm, la bărbați de 66—76 cm, la femei de 65—75 cm; la 170 cm, la bărbați de 69—83 cm, la femei de 70—79 cm; la 180 cm, la bărbați de 74—85 cm; la 192 cm — idem 84—89 cm (Martin). (fig. 30, 31).

Membrele inferioare cresc și se dezvoltă mai mult decît cele superioare, atît în grosime cît și în lungime, mai ales după naștere.

Lungimea membrelor inferioare se dublează pînă la 3 ani, se triplează la 6 ani, crește de patru ori la 12 ani și de cinci ori la vîrsta adultă. Ele ajung în medie la 88 cm la bărbat și la 82 cm la femei (Martin).

Între segmentele corpului se stabilesc raporturi de proporționalitate.

Aruncînd o privire generală asupra schimbării proporțiilor corpului, constatăm că la noul născut bustul și trunchiul sînt relativ mai lungi decît membrele inferioare, membrele superioare sînt mai lungi decît cele

Scanned with OKEN Scanner

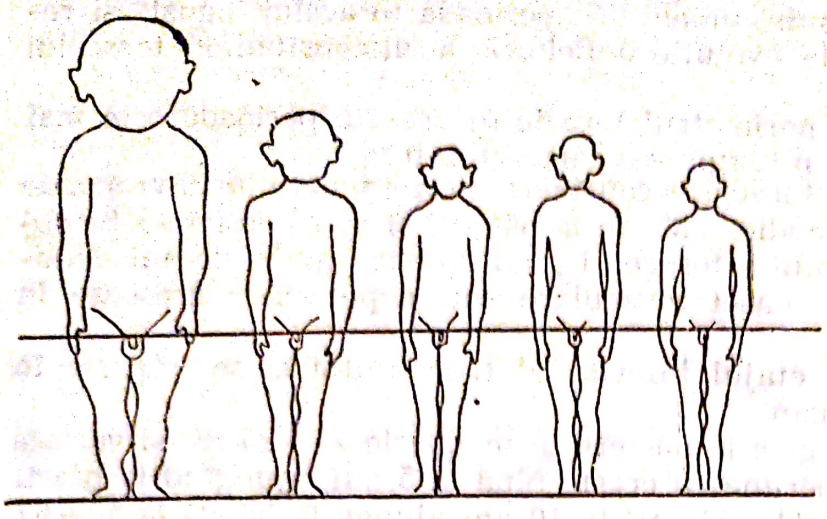


Fig. 30 Creşterea în lungime a membrelor superioare comparată cu dezvoltarea corpului şi a trunchiului (după A. Ionescu)

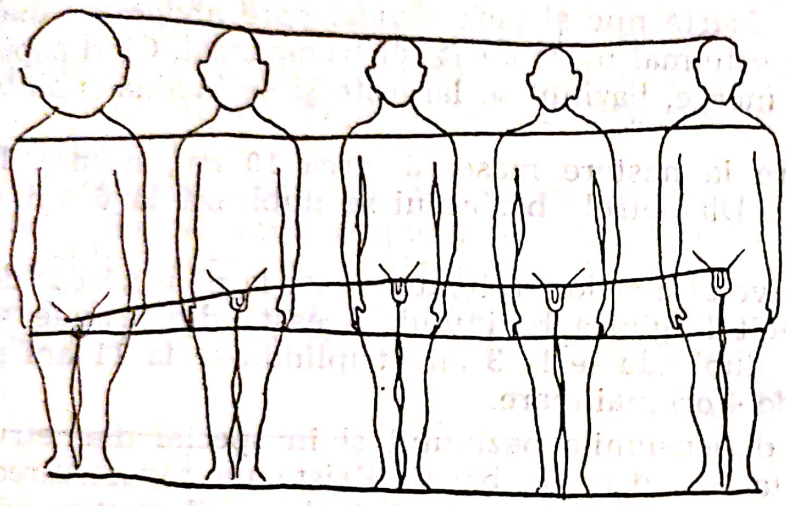


Fig. 31 Raportul dintre talie, trunchi, membrele superioare şi inferioare (după A. Ionescu)

inferioare. La adult, bustul şi trunchiul sînt relativ mai scurte decît membrele; membrele superioare sînt mai scurte decît cele inferioare.

La fete proporţiile corpului se stabilesc mai de timpuriu decît la băieţi. Diferenţele dintre cele două sexe nu sînt destul de concludente la naştere, dar se accentuează progresiv pînă la sfîrşitul creşterii. În comparaţie cu bărbatul adult, femeie are un bust mai lung, membre inferioare mai scurte, bazin şi şolduri mai largi.

Atît la băieţi cît şi la fete înălţimea globală a corpului determină şi proporţiile dintre segmente. La cei scunzi vor predomina proporţiile infantile şi anume trunchiul lung şi membrele scurte, iar la cei înalţi, proporţiile juvenile, trunchiul mai scurt şi membrele mai lungi.

Raportul de proporţionalitate dintre membrele superioare şi inferioare se supune la rîndul său influenţelor vîrstei şi diferenţierilor sexuale.

În ceea ce priveşte raportul dintre cele două jumătăţi laterale ale corpului, nu putem vorbi decît de o simetrie relativă a lor. La asimetriile de aşezare şi volum ale organelor interne se adaugă cu timpul şi unele asimetrii funcţionale ale acestora.

Astfel membrele superioare sînt egale între ele numai în 18% din cazuri; membrele din dreapta sînt mai lungi în 75%, cele din stînga în

Scanned with OKEN Scanner

7% din cazuri (Hasse și Dehner). Diferențele de lungime variază între 8—10 și 20—22 mm. Membrele superioare din dreapta sînt mai groase și au o forță musculară mai mare decît cele din stînga, din cauza folosirii predominante a mîinii drepte. Aceste diferențe nu sînt constatate la naștere.

În legătură cu asimetriile membrelor se pun în evidență asimetriile toracelui și mai ales ale coloanei vertebrale, ale centurii scapulare, ale bazinului.

Creșterea și dezvoltarea somato-viscerală recunoaște de asemenea o dinamică proprie fiecărui aparat și sistem din organismul uman.

Creșterea și dezvoltarea mușchilor încep încă din viața intrauterină și se termină după vîrsta de 40 de ani. La naștere, musculatura reprezintă 23,3% din întreaga greutate a corpului; la 9 ani ajunge la 27,2%; la 15—16 ani — la 32,6%; la 17—18 ani — la 44,8% (Sovetov).

Repartiția masei musculare pe regiuni și segmente corporale diferă după vîrstă. La nou născut, mușchii trunchiului reprezintă 40% din întreaga musculatură a corpului; la vîrsta adultă — numai 25—35%; mușchii membrelor superioare — 27% la nou născut și 28% la adult; mușchii membrelor inferioare — 38% la nou născut și 54% la adult.

Modificările de ordin cantitativ ale mușchilor se însoțesc și de modificări în compoziția lor chimică. Astfel, în timp ce mușchii nou născutului conțin multă apă și puține substanțe solide, procentul de substanțe proteice și de săruri minerale crește cu vîrsta.

Forma, mărimea, structura și compoziția chimică a oaselor variază în raport cu vîrsta. La nou născut greutatea cartilajelor și a părților osificate reprezintă 15—20% din întreaga greutate a copilului. După terminarea osificării, acestea reprezintă 27,2% din greutateta corpului. La naștere sînt osificate numai diafizele unor oase lungi și epifizele oaselor mai mari ale membrelor superioare și inferioare. În prima copilărie, oasele conțin o mare cantitate de apă (pînă la 69%) și foarte puține săruri minerale (13%). Țesutul osos, la această vîrstă, are, o structură fibrilară, bogat vascularizată, care asigură osului o creștere și o osificare rapidă. Masa cartilaginoasă, dominantă la această vîrstă, dă oaselor o mare suplețe și ferește scheletul de fracturi.

În copilăria medie, structura fibrilară a oaselor este înlocuită cu o structură lamelară; procentul de apă scade pînă la 45%, crescînd în schimb sărurile minerale pînă la 22%.

În primul an de viață plămînii cresc foarte intens, mărindu-și volumul de aproape patru ori. Creșterea lor devine însă din ce în ce mai înceată pînă la pubertate, după care se accelerează din nou, treptat, pînă la maturitate.

De la naștere și pînă la 20 de ani cordul crește în greutate de 12 ori. Greutatea cordului raportată la greutatea întregului corp este mai mare la naștere și variază între 0,44% și 0,52%. Creșteri apreciabile în greutate absolută a cordului se constată în primii doi ani de viață și la pubertate. Volumul inimii este de 19 cm^3 la naștere, de 50 cm^3 la 2 ani, de 98,5 cm^3 la 5 ani, de 250 cm^3 la 13 ani și de 250—300 cm^3 la adult.

Segmentele tubului digestiv se adaptează treptat la necesitățile funcționale.

Scanned with OKEN Scanner

Ficatul cîntărește la naștere 125—210 g și reprezintă a 23-a parte din greutatea corpului; la 5 ani cîntărește 500—600 g. La adult ajunge la 1 400—1 500 g, reprezentînd a 34-a parte din greutatea corpului (Sappey).

Cele mai multe dintre glandele endocrine apar încă din viața intrauterină. Evoluția lor este condiționată de rolul pe care îl au de îndeplinit în diferitele perioade de viață.

Hipofiza, care își exercită influența multilaterală și conducătoare asupra tuturor proceselor de creștere și dezvoltare, crește încet, dublîndu-și volumul de la naștere pînă la maturitate.

Epifiza se dezvoltă pînă la 7 ani și apoi regresează lent, o dată cu dezvoltarea glandelor sexuale.

Tiroida prezintă în timpul evoluției mari variații individuale. La nou născut glanda are o greutate de 1—5 g. După naștere scade puțin în primele luni, pentru ca apoi să crească intens pînă la 5 ani. Scade iar pînă la 6—7 ani, crește intens la pubertate și apoi lent pînă la vîrsta adultă, cînd cîntărește 18—30 g.

Paratiroidele cresc și se dezvoltă pînă la pubertate și scad foarte lent pînă la sfîrșitul creșterii.

Timusul se mărește lent în timpul copilăriei, ajungînd la o greutate de 5—6 g la 7 ani, crește intens pînă la 14 ani, ajungînd să cîntărească 30—35 g, după care se atrofiază progresiv.

Suprarenalele sînt bine dezvoltate la naștere, scad puțin în primele 6 luni și apoi cresc intens în primii 3 ani; pînă la 8 ani ajung la dimensiunile glandelor adulte.

Glandele genitale se dezvoltă diferențiat, pe sexe, încă din luna a treia de viață intrauterină.

Testiculele coboară din regiunea lombară a abdomenului, se angajează pe canalul inghinal în lunile a 6-a sau a 7-a și termină coborîrea în luna a 8-a intrauterină. În cazuri patologice, unul sau ambele testicule pot rămîne în abdomen (criptorhidie) sau în canalul inghinal (ectopie testiculară).

Pînă la pubertate, testiculele cresc foarte puțin (0,5—2 cm^3), dar după pubertate creșterea lor se accelerează, ajungînd în cîțiva ani de 10 ori mai mari (15—20 cm^3).

Ovarele coboară după naștere din abdomen în bazin, stabilindu-se la locul lor definitiv între 1 și 4 ani. Greutatea ovarului este la naștere de 0,5—0,6 g, ajunge la pubertate la 4—5 g și la vîrsta adultă la 6—8 g.

Scoarța cerebrală a nou născutului este foarte puțin dezvoltată din punct de vedere funcțional, procesele vitale fiind reglate la această vîrstă de către centrii nervoși subcorticali. Funcțiile superioare ale scoarței cerebrale se dezvoltă sub impulsul analizorilor. Primele reflexe condiționate se formează după luna a 2-a și a 3-a, o dată cu dezvoltarea văzului și auzului, iar funcțiile de relație la 1—3 ani, o dată cu dezvoltarea limbajului. Desăvîrșirea funcțiilor corticale se produce către vîrsta de 16—18 ani.

Funcțiile neurovegetative se dezvoltă paralel cu cele corticale.

Scanned with OKEN Scanner

Procesele de diferențiere ale celulelor nervoase, de mielinizare a fibrelor și de înmulțire a ramificațiilor dendritice se desfășoară intens pînă la 3 ani și se desăvîrșesc pînă la 8 ani.

Nervii periferici, puțin dezvoltați la naștere, sporesc în greutate de 4 ori pînă la 3 ani și de 15 ori pînă la vîrsta adultă.

Concluzînd asupra tuturor acestor aspecte, subliniem faptul că o bună cunoaștere a particularităților individuale de vîrstă somato-morfologice ale organismului uman constituie o condiție esențială pentru obținerea unui randament sportiv corespunzător, pentru dirijarea științifică a tuturor programelor de educație fizică și sport, astfel încît acestea să contribuie pe deplin la dezvoltarea armonioasă a organismului și la păstrarea stării de sănătate a populației.

Scanned with OKEN Scanner

STRUCTURILE FUNCȚIONALE

Organismele se dezvoltă în mod obișnuit după un plan anatomic precis întotdeauna același pentru indivizii aceleiași specii, celulele embrionare evoluînd de așa natură încît întotdeauna în același loc se formează același organ sau țesut. Se pune întrebarea cum poate fi corelată această fixitate aparentă a formelor cu schimbările considerabile care s-au făcut în cursul evoluției organismelor și au condus la marea diversitate a formelor animale. În același timp, se pune problema explicării caracterului adaptativ al acestor forme aparent fixe, caracter prin care acestea realizează o integrare aproape perfectă a organismului animal în mediul său ambiant.

De-a lungul secolelor s-a căutat să se dea o explicație acestui plan de organizare a organismelor, în acest sens înfruntîndu-se ideile materialiste cu cele idealiste și triumfînd în final odată cu dezvoltarea diverselor domenii ale științelor explicațiile determinist-materialiste, concepțiile idealiste de tipul celor ale impulsului vital Bergson ale preadaptării Cuenot, ale prearanjării Dalbiez, rămînînd doar de domeniul istoriei.

Conceptul cauzal determinist a implicat descoperirea relației dialectice între morfo și fiziogeneză, între formă și funcție, acestea fiind două manifestări simultane ale fenomenului vital. Funcția poate fi definită în primul rînd ca acțiune, în timp ce forma apare la prima vedere drept stare. Cu toate acestea încă din prima jumătate a secolului al XIX-lea se evidențiază că atît forma cît și funcția nu sînt altceva decît procese, aspecte ale materiei în mișcare, forma reprezentînd o mișcare lentă a materiei aparent statică, iar funcția reprezentînd o mișcare rapidă a aceleiași materii. În acest sens procesele rapide sînt studiate de către fiziologie în timp ce procesele lente sînt studiate de către anatomie. Beninghof. Forma și funcția apar astfel ca manifestări ale unității ființei vii. Aparținînd aceleiași unități dialectice, ele sînt firește legate între ele, desfășurarea lor în timp și spațiu condiționîndu-se reciproc și realizînd adaptarea organismului la mediul înconjurător. Cauzele fenomenului adaptativ nu sînt întotdeauna evidente, ridicînd o serie de dificultăți pentru cercetători. Avînd în vedere aceasta printre primele cercetări ce au abordat problema legăturii între formă și funcție au fost cele referitoare la structurile conjunctive, unde descifrarea legăturii între factorul mecanic ce acționează asupra lor și modelarea adaptativă consecutivă a acestor structuri este mult mai simplu de evidențiat.

Scanned with OKEN Scanner

Astfel, încă din 1754, Bertin, dă prima indicație asupra relațiilor existente între arhitectura osoasă și efortul mecanic la care osul este supus, ulterior idei asemănătoare întîlnim la Tratatul de Osteologie al lui Monro (1759) și în lucrarea lui Scarpa intitulată „De penitiori ossium structura commentarius lipsice" (1799). Mai tîrziu Ward (1838), pentru prima oară face o analogie între arhitectura extremității superioare a femurului și cea a unei bare metalice fixe cu rol de susținere. Un pas înainte în această direcție este făcut de cercetările lui Meyer (1876) și Wolf (1869), care ajutați de inginerul Culmann (inventatorul statigrafiei), demonstrează că osul este construit după legi matematice astfel încît traveele osoase sînt dispuse exact conform liniilor teoretice statigrafice, linii ce corespund direcțiilor de presiune și tracțiune. În același timp Wolf (1872), arată legile de transformare ale arhitecturii osoase în condițiile diverselor modificări patologice ale osului. Noi cercetări vin să confirme aceste date. Cöster (1872) și Martini (1873) constată că în anchiloze direcția traveelor osoase în masa de substanță osoasă neoformată corespunde de asemenea ca orientare liniilor teoretice statigrafice. Dieulafe, demonstrează același lucru pentru calusurile de fractură. Bichat și Bardeleben (1882) studiază efectul factorului mecanic asupra aponevrozelor și fasciilor, arătînd că fibrele acestor formațiuni sînt orientate conform tracțiunilor musculare.

În acest context de cercetări W. Roux (1885), studiind țesutul conjunctiv creiază pentru prima oară termenul de „structură funcțională" și se străduiește să-i dea o explicație cauzală, pornind de la principiul formulat de Darwin, al luptei pentru existență. Această luptă Roux a aplicat-o elementelor constitutive ale organismului de unde și titlul foarte sugestiv al primei sale lucrări în acest domeniu; „Der Kampf der Teile im Organismus". După concepția acestui autor, în lucrarea căruia se face și o sinteză asupra cercetărilor existente pînă la acea dată, aranjamentul produselor celulare figurate (fibrile conjunctive, fibrile elastice, lame conjunctive, lamele osoase) sînt sub dependența factorilor funcționali aplicați pe ele. În general, acești factori sînt de natură mecanică. Astfel în lucrarea sa Roux dă expresie postulatului, după care funcția creiază structura.

Într-adevăr este greu de imaginat în morfologia normală o structură care să contrazică necesitățile funcționale ale unui organ. Aceste necesități funcționale se încadrează în economia generală a organismului, urmînd după Roux, cîteva legi.

Cele mai importante dintre aceste legi arată că organismele tind către un ideal de alcătuire morfologică în care un maximum de efect funcțional este obținut cu un minimum de material. Această lege garantează cea mai bună utilizare a spațiului ce stă la dispoziția organelor. Pentru economie de spațiu un organ utilizează în construcția sa pe cît mai puțin material și-l dispune în așa fel încît să obțină, grație acestei dispoziții, un maximum de efect funcțional. Structura aceasta determinată de concurența organelor în spațiul limitat (Darwin) este o structură funcțională. Acestei legi, Roux, îi distinge un corolar care se poate formula astfel: organismele tind să obțină cu un minim de material disponibil, un maximum de efect funcțional. Legea economiei de material se comple-

Scanned with OKEN Scanner

tează astfel cu legea economiei de spațiu. Amîndouă lucrează concomitent și se condiționează reciproc. Rezultatul va fi că în totdeauna o structură strict determinată de nevoile funcționale ale organului în scopul obținerii unor condiții fiziologice optime este întotdeauna o structură funcțională. Aranjamentul acesta de material, exact potrivit pe necesități și tinzînd spre un scop, sugera existența unei teleologii organice pe care însă Roux o combate, găsind drept instrument grație căruia un organ își poate aranja materialul din care este alcătuit în structuri determinate și strict dependente de funcția sa, facultatea generală fiziologică pe care ar prezenta-o toate celulele organismului, și anume că: „celulele nu se nutresc decît în măsura în care lucrează". O celulă care nu se menține în activitate nu se hrănește și drept rezultat se atrofiază (atrofie prin inactivitate). O celulă care funcționează se nutrește în proporția acestei activități. Dacă funcția se intensifică, celula respectivă își sporește masa (hipertrofie funcțională). Procesul întreg pune celulele organismului în stare de a spori asimilarea ori de a-și o scădea și le face să se adapteze cerințelor generale morfogenetice. Acest proces reglează construcția organelor și poartă numele de *adaptare funcțională.* (W. Roux, 1912, Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen, Vg, W. Engelman, pag. 16).

În sensul acesta general, toate celulele tind să se adapteze la funcțiunea lor și toate dobîndesc o structură favorabilă funcției. Toate deci vor avea o structură funcțională. Dar excitanții care stîrnesc activitatea și o mențin în celulele organismului pot fi foarte diferiți. Ei sînt: agenți fizici, chimici, mecanici etc. Toate aceste grupe de stimuli morfogentici pot conduce un organ la adaptarea funcțională și ca rezultat la alcătuirea unei structuri funcționale, acesta fiind înțelesul general al noțiunii de *structură funcțională.* În acest sens larg, o celulă cilindrică de pe un epiteliu intestinal are o structură bipolară, cu duble aparate mitocondriale și cu orientări de substanță în ea, strict determinate de condițiile unei funcționări optime. De asemenea o celulă secretoare, cum ar fi o celulă pancreatică respectă de asemenea aceste legi (Bensley). În lumina acelorași idei Berg, analizează structura funcțională a celulei hepatice. Se vede astfel din acest punct de vedere, că orice parte dintr-un organism posedă o structură funcțională. Dar trebuie să subliniem că meritul lui Roux, nu este atît crearea acestei noțiuni de structură funcțională, așa după cum recunoaște și el, cît enunțarea teoriei excitanților funcționali cu acțiune trofică, teorie ce a reprezentat pivotul în jurul căreia gravitau toate explicațiile lui Roux. Conform acestei ipoteze țesuturile asimilează, cresc și se păstrează numai dacă își exercită funcțiunea aceasta avînd o acțiune trofică. Este important însă să atragem atenția asupra faptului că denumirea de excitanți funcționali cu acțiune trofică este în sensul lui Roux inexactă, pentru că nu excitanții prin ei înșiși au acțiune trofică ci numai exercițiul funcțiunii. Roux a găsit o serie de argumente pentru validitatea acestei ipoteze.

Vom vedea mai departe că teoria lui Roux își va găsi refugiul într-o categorie limitată de structuri funcționale și anume în cadrul mecano-structurilor.

După enunțarea teoriilor lui Roux, noțiunea de structură funcțională luată în sensul ei generic, cît și problema adaptării acestor structuri

Scanned with OKEN Scanner

la factorii de mediu, continuă să preocupe pe biologi, cercetările în acest sens luînd un avînt deosebit. Astfel Beninghо arată că noţiunea de structură funcţională enunţată de Roux, este depăşită întrucît funcţia este aceea care uneşte părţile componente ale organismului în sisteme, în acest sens fiind corect a vorbi despre existenţa nu a unor structuri funcţionale ci a unor sisteme funcţionale. Faptul este pe deplin justificat, întrucît însăşi forma edificată în perioada embrionară afuncţională înglobează în ea existenţa funcţiei.

Astfel Beninghof creiază noţiunea de sistem funcţional, opunînd-o celeia de structură funcţională întrucît consideră atît forma cît şi funcţia aspecte ale materiei în mişcare, forma fiind o mişcare lentă decelabilă prin metode de investigaţie morfologice, iar funcţia fiind o mişcare rapidă decelabilă prin metode de investigaţie fiziologice. Subliniem de asemenea faptul că noţiunea de sistem exprimă un element nou faţă de cea de structură funcţională în sensul că include ordinea, aranjamentul funcţional al structurilor morfologice.

Încă din cele mai vechi timpuri s-a căutat a se da o explicaţie existenţei structurilor organice, considerate, în ultimul timp aşa după cum am văzut, drept structuri funcţionale sau mai corect sisteme funcţionale.

Rouvière (1939), analizînd amplu diferitele structuri funcţionale arată că ele trebuie considerate drept producţii vitale, guvernate de o finalitate. El consideră că toate schimbările ce se produc în planul de organizare a fiinţei animale, sub influenţa diverşilor factori de mediu se găsesc deja în stare potenţială latentă în germene, devenind ulterior evidente. Potenţialităţile celulare sînt deja proprietăţi ereditare. Agenţii fizico-chimici sau de mediu înconjurător pot fie provoca o creştere a potenţialităţilor dominante, fie pot pune în valoare potenţialităţi secundare deja înscrise în germen. Deşi face o analiză extrem de amplă asupra unei categorii speciale de structuri funcţionale şi anume asupra mecanostructurilor, în cadrul cărora influenţa factorului de mediu, respectiv factorul mecanic, apare evidentă în procesul edificării lor, Rouvière, emite concluzia că schimbările morfologice a căror formare este de ordin exclusiv mecanic, nu pot fi transmise ereditar şi nu participă în procesul evoluţiei animale. El conclude că structurile funcţionale şi respectiv evoluţia animală adaptată la mediu este pe de o parte sub dependenţa finalităţii prin care toate schimbările de organizare somato-viscerală, sînt preparate înainte în germen, iar pe de altă parte sub dependenţa unor procese biofizico-chimice coordonate de genom şi care provoacă apariţia modificărilor somato-viscerale.

Trebuie să arătăm că observaţiile lui Rouvière şi chiar unele din interpretări sînt corecte reflectînd o muncă de cercetare minuţioasă şi un material faptic valoros.

Actualmente progresele realizate de genetică aruncă o lumină nouă asupra interpretării structurii organice care în cel mai larg sens poate fi considerată structură funcţională, adaptată la mediu. Factorii de mediu acţionînd asupra organismelor duc într-un prim timp la modificări ale somei — somaţii — (Michaelitz), care repetîndu-se de-a lungul mai multor generaţii se pot înscrie în genom, prin mecanismul transcripţiei inverse, devin ereditare transmiţîndu-se apoi din generaţie în generaţie şi dînd aparent impresia existenţei unui plan de organizare imua-

Scanned with OKEN Scanner

bil. Acest fapt a fost intuit încă de Beninghof, care arăta că nu se poate vorbi de aranjamente (sisteme funcţionale) statice, ci de faptul că observarea omenească este limitată, unele dintre procesele morfogenezei şi adaptării funcţionale fiind extrem de lente şi edificîndu-se în decurs de milenii.

Considerînd astfel procesul evoluţiei animale, ne putem explica de ce în general orice structură organică este o structură funcţională, ea conferind posibilitatea existenţei organismului animal în condiţiile mediului său ambiant. Aceste structuri funcţionale caracteristice materiei vii nu reprezintă altceva decît reflectarea unei proprietăţi generale a materiei, respectiv a reactivităţii, proprietate care, în cadrul materiei anorganice duce la distrugere, în timp ce în cadrul materiei vii duce la adaptabilitate şi supravieţuire în mediul înconjurător existent.

Problema mecanismelor intime bio-fizico-chimice care au dus în decursul evoluţiei animale la edificarea structurilor funcţionale ce concură la alcătuirea fiinţei umane, reprezintă însuşi procesul complex al antropogenezei, în care factorii genotipici şi paratipici s-au intricat în diverse moduri. Această prezentare ar include multitudinea mecanismelor transmisiei ereditare. Însă pînă la ora actuală nu toate structurile organice ale fiinţei umane pot fi considerate structuri funcţionale perfecte, existînd chiar o patologie a neadaptării încă a fiinţei umane la condiţiile sale specifice. În acest sens, menţionăm patologia ortostatică ce apare ca o inadaptare a unor structuri proprii organismului uman la condiţiile ortostatismului.

Fig. 32 Structura funcţională a colului femoral

O categorie aparte a structurilor funcţionale sînt mecano-structurile, respectiv structurile funcţionale, în geneza cărora se poate descifra cu preponderenţă acţiunea factorului mecanic.

Am explicat cum aceste mecano-structuri l-au condus pe Roux să fundamenteze noţiunea de structură funcţională. Ulterior numeroase alte lucrări s-au înscris pe linia descifrării acestor mecano-structuri îndeosebi la nivelul ţesutului conjunctiv, unde ele apăreau mai evidente. Dintre aceste lucrări citäm cîteva mai importante.

Delmas aplică datele de statigrafie în explicarea arhitecturii funcţionale a osului coxal, relevînd ca traveele osoase se dirijează ca linii de forţă ce reflectă greutatea trunchiului transmisă prin coloană şi contrapresiune exercitată la nivelul capului femural (fig. 32). Alte lucrări se referă la relaţiile dintre aranjarea elementelor care constituie cartilajele articulare şi acţiunile mecanice pe care le suportă aceste elemente, demonstrîndu-se legături între formarea substanţei condroide şi excitaţiile mecanice, între orientarea fibrelor colagene şi excitaţiile mecanice (Hultkranz, Triepel) etc. Tot pe această linie se înscriu lucrările ce abordează structurile funcţionale existente la nivelul fasciilor şi aponevrozelor (Bolte şi Martin). Se studiază de asemenea rolul nucleului pulpos în transmiterea presiunilor la nivelul coloanei vertebrale

Scanned with OKEN Scanner

și orientarea fibrelor conjunctive din constituția discurilor intervertebrale (Schrader). Numeroase studii abordează influența factorilor mecanici la nivelul ligamentelor articulare și a capsulei diferitelor articulații, (ex.: membrana lui Weitbrecht — Fawcett ligamentul ileofemural — Rouvière și Fiorami —, ligamentul peroneo-astragalo-calcanean — Canela — ligamentul conoid și trapezoid — Sutton —, etc.). S-a studiat dispoziția fibrelor conjunctive în duramater (Straser — 1901 și Popa — 1924). S-a cercetat aranjarea fasciculelor conjunctive din pericardul fibros (Lieutaud — 1970 și Popa și Lucinescu — 1930).

Cercetări asemănătoare au vizat arhitectura funcțională a mușchilor striați (Borelli, Fich, Marey, Roux, Anthoni etc.).

Velpeau — 1843, Retterer — 1896, Lunghetti — 1906, au adus o contribuție importantă la studiul modului de formare a tecilor și burselor seroase peritendinoase, formațiuni ce pînă în ziua de astăzi sînt cunoscute grație acestor cercetări.

De asemenea s-a cercetat acțiunea diverșilor factori mecanici asupra structurii pereților vasculari, stabilindu-se corelații între aceștia și forma și calibrul vaselor (Roux, Jores, Thepel, Margat etc.). Astfel spre exemplu Thoma — 1910, arată rolul factorilor mecanici în geneza fascicolului muscular neted longitudinal, existent la nivelul bifurcațiilor arteriale. Studii interesante sînt făcute asupra arterei uterine în condițiile speciale mecano-genetice creiate de gestație, (Berlagzi — 1878).

De asemenea cercetări interesante s-au efectuat asupra structurii funcționale a septurilor conjunctive de la nivelul pulmonului (Rouvière), ficatului (Rouge — 1902), rinichiului (Rouvière). Aceste cercetări au un pregnant caracter de anatomie comparativă, urmărind adaptarea țesutului conjunctiv în trecerea de la clino la ortostatism.

La noi în țară, lucrările vizînd mecanostructurile au fost inițiate de către Profesorul Rainer fost rector al I. E. F. S. București și continuate apoi de către elevii săi. Citām dintre aceste lucrări următoarele: „Structura funcțională a periostului“ (Rainer, Iagnov), „Construcția mecanică a feței“ (Rainer, Neagu), „aparatul fibros al coloanei vertebrale“ (Rainer, Cotaiescu) „Studiul ligamentelor intercrurale ale coloanei vertebrale“ (Rainer, Robacki), „Structura funcțională a bazinului“ (Rainer, Iagnov), „Structura funcțională a aparatului fibros al piciorului“ (Rainer, Ionescu), „Structura funcțională a pericardului“ (Rainer, Bujorica), „Tractul ilio-tibial“ (Rainer, Floru), „Morfologia mușchiului semi-tendinos“ (Rainer, Milcu), „Structura funcțională a dureimater“ (Popa), „Structura funcțională a formațiunilor fibroase din regiunea gambei“ (Floru, Ifrim), „Septul inter-muscular lateral“ (Floru, Ifrim), „Tunica fibroasă uro-genitală internă“ (Riga și Ifrim), etc. Unele din aceste lucrări au intrat în patrimoniul științei anatomice internaționale, ca de pildă „Monografia despre tractul ilio-tibian“ și „Studiul asupra durei mater craniene“.

Explicarea apariției acestor structuri mecanice a constituit obiectul a numeroase cercetări. Inițial, teoria excitanților funcționali cu acțiune trofică a lui Roux, a constituit o explicație validă a mecano-structurii. În acest sens menționăm că pentru țesutul conjunctiv, tracțiunea este excitantul funcțional cu acțiune trofică, iar pentru os acest rol este pre-

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 33. — Francisc I. Rainer

luat nu numai de tracţiune ci şi de presiune. Traiectele după care tracţiunea sau presiunea este maximă, vor fi favorizate în ţesutul conjunctiv; celelalte traiecte cu valori submaximale vor fi mai puţin bine hrănite, procesele lor de asimilaţie vor merge mai greu. Consecinţa va fi că ele vor dispărea cu timpul dacă au existat, sau vor fi împiedicate în procesul lor histogenetic dacă au fost pe cale de dezvoltare. Astfel se aleg pentru os şi pentru ţesutul conjunctiv automat numai direcţiile de tracţiune şi presiune. O analiză mai amănunţită, matematică, demonstrează însă că liniile izostatice evidenţiate la nivelul structurilor funcţionale osoase nu reprezintă tracţiuni şi presiuni maximale. Rezultă că una din direcţii reprezintă într-adevăr un efort maximal (tracţiune sau presiune) iar cealaltă reprezintă un efort de semn contrar primului (presiune, dacă primul a fost tracţiune şi invers) care însă nu este efortul cel mai mare dintre cele cu acelaşi sens. Acest lucru trebuie subliniat, pentru a nu cădea în eroarea comisă de Roux care a crezut că ambele direcţiuni reprezintă eforturi maximale, una în ce priveşte tracţiunea, alta în ce priveşte presiunea. Pentru os s-a demonstrat, dar nu suficient de riguros, că traveele din epifize se aşază după acele direcţii unde nu există forţe de forfecare, la nivelul lor presiunea şi tracţiunea

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 33. — Francisc I. Rainer

luat nu numai de tracţiune ci şi de presiune. Traiectele după care tracţiunea sau presiunea este maximă, vor fi favorizate în ţesutul conjunctiv; celelalte traiecte cu valori submaximale vor fi mai puţin bine hrănite, procesele lor de asimilaţie vor merge mai greu. Consecinţa va fi că ele vor dispărea cu timpul dacă au existat, sau vor fi împiedicate în procesul lor histogenetic dacă au fost pe cale de dezvoltare. Astfel se aleg pentru os şi pentru ţesutul conjunctiv automat numai direcţiile de tracţiune şi presiune. O analiză mai amănunţită, matematică, demonstrează însă că liniile izostatice evidenţiate la nivelul structurilor funcţionale osoase nu reprezintă tracţiuni şi presiuni maximale. Rezultă că una din direcţii reprezintă într-adevăr un efort maximal (tracţiune sau presiune) iar cealaltă reprezintă un efort de semn contrar primului (presiune, dacă primul a fost tracţiune şi invers) care însă nu este efortul cel mai mare dintre cele cu acelaşi sens. Acest lucru trebuie subliniat, pentru a nu cădea în eroarea comisă de Roux care a crezut că ambele direcţiuni reprezintă eforturi maximale, una în ce priveşte tracţiunea, alta în ce priveşte presiunea. Pentru os s-a demonstrat, dar nu suficient de riguros, că traveele din epifize se aşază după acele direcţii unde nu există forţe de forfecare, la nivelul lor presiunea şi tracţiunea

Scanned with OKEN Scanner

nefiind maxime. Aceste elemente au fost evidențiate și de Triepel, care însă nu a avut la îndemînă dovezile matematice necesare.

O altă greutate de care nici Roux, nici Triepel nu se loviseră pentru că nu consideraseră problema de mecanică în asamblul ei, se ivește de îndată ce considerăm repartiția efortului de-a lungul uneia și aceleiași linii izostatice. Mărimea efortului, extremă la un capăt al liniei, cade în tot lungul ei, pentru a ajunge la zero, la celălalt capăt. Așadar, selecția între părțile aceluiași țesut, se face prin acumularea materialului pe un traiect unde solicitările sînt cu totul inegale. Rămîne așadar faptul că osul își dispune trabeculele epifizare aproximativ după direcția liniilor izostatice. Driesch afirmă că asemenea structuri există pentru mecanică, dar nu prin mecanică, și că ar fi o naivitate să credem că ele pot fi explicate prin jocul factorilor mecanici. Putem să contestăm și această poziție extremă. S-a dovedit experimental (Beninghof) că și o masă inertă complet lipsită de viață cum este gelatina, dacă este supusă la tracțiune sau presiune, își aranjează micelliile din interior, pe direcția tracțiunii, desigur fără a face apel la excitanții funcționali trofici. Faptele acestea au fost constatate ulterior și prin interferometria cu raze röntgen. Pe de altă parte, există substanțe transparente cum ar fi plăcile de celuloid și de rășini sintetice, care își modifică structura lor intimă de îndată ce au fost supuse la presiuni sau tracțiuni, în așa fel încît cu ajutorul luminii polarizate putem pune în evidență aceste modificări. Lumina polarizată este deviată în lungul liniilor izostatice, în trecerea ei prin corpurile acestea transparente supuse la presiune. Așadar, indicele lor de refracție și deci densitatea lor se găsește modificată pretutindeni unde există tracțiuni și presiuni după direcții principale. Fotoelastometria dovedește de asemenea elemente asemănătoare.

Teoria valorii trofice a excitanților funcționali nu a mulțumit nici pe Gebhardt în explicarea structurilor funcționale. Astfel, căutînd o interpretare cu totul deosebită pentru aranjamentul trabeculelor din osul spongios, el a crezut că poate demonstra că însuși faptul structurii tubuloase a trabeculelor din spongioasă este suficient ca să selecteze în fiecare punct numai tensiunile normale.

Gebhardt, creiază astfel teoria selecției pasive a tensiunilor prin felul materialului care le suportă. El a fost dealtfel foarte prudent în aplicarea teoriei lui Roux, căci descoperise o serie de structuri funcționale de os, unde, după propria lui constatare, factorul funcțional-formativ, din a doua perioadă a lui Roux, nu poate avea nici o influență. El și-a pus întrebarea măsurii în care se poate vorbi și în cadrul mecanostructurilor conjunctive, de o anumită preformare existență inițial în genom.

Pentru a lămuri raportul existent între potențialitățile celulei mezenchimale embrionare în edificarea structurilor conjunctive și rolul factorilor mecanogenetici ce intervin în cea dea doua perioadă a dezvoltării, denumită de către Roux — perioadă funcțională — este necesar să facem cîteva referiri asupra datelor recente privind fibrilogeneza conjunctivă.

În general, se consideră că fibrele sînt produse ale diferențierii celulelor plasmatice.

Scanned with OKEN Scanner

Cercetările cu metode moderne de investigație au dus la constatarea că mezenchimul embrionar e bogat în mucopolizaharide.

După unii autori, fibroblastul, celula cea mai răspîndită în interstițiile conjunctive, are capacitatea de a sintetiza atît mucopolizaharidele cît și colagenul. În perioada cînd sintetizează colagen cresc diametrele celulare, nucleul devine mai clar, iar în interiorul lui apar nucleoli voluminoși. Concomitent cresc în citoplasmă acizii ribonucleici și fosfatazele alcaline. Capacitate colageno-formatoare inhibă pentru o anumită perioadă potențialitatea de multiplicare a celulei. După ce această activitate funcțională încetează, diametrele fibroblastului se reduc, nucleul devine tahicromatic, scad acizii ribonucleini și fosfatazele alcaline și apar intra- și extra-celular substanțe identificate histochimic ca mucopolizaharide acide și neutre. Celula trece într-o altă fază a activității ei, ca în aceiași perioadă de timp unii fibroblaști să secrete macromolecule de colagen, iar altele mucopolizaharide, întrucît prezența unei anumite cantități și calități a acestor substanțe este necesară în interstițiile unde se produce maturarea fibrelor.

Referitor la calitățile fizice ale materialului conjunctiv astfel format în perioada de histogeneză, remarcăm următoarele: fibrila conjunctivă este rezistentă la tracțiune în axul longitudinal și rezistentă la presiune pe axul transversal; fibrila elastică este lipsită de rezistență pe axul longitudinal și revine la normal după încetarea tracțiunii; lama cartilaginoasă rezistă la presiune combinată cu frecare; lamela osoasă rezistă la presiunea simplă și la presiunea combinată cu tracțiune și îndoire. Aceste elemente edificate în histogeneză așa după cum am văzut, se combină între ele, realizînd mecano-structuri a căror funcție principală este rezistența mecanică.

Edificarea elementelor conjunctive în fibrilogeneză contravine de asemenea unui punct de vedere exclusivist, în socotirea drept element princeps al edificării mecano-structurilor, a teoriei excitanților funcționali cu valoare trofică.

Cu toate acestea factorii mecanici rămîn a avea o valoare semnificativă întrucît cercetări experimentale au dovedit posibilitatea obținerii orientării fibrilelor conjunctive elaborate în cursul fibrilogenezei, prin tracțiuni aplicate asupra mediului de cultură. Aceste experimente au mai arătat că există forțe subliminare care nu pot determina nici un fel de orientare. Așa s-ar putea explica eventual de ce regeneratele fasciilor se compun din fibre neorientate, (T o m i l o w a), în timp ce regeneratele aponevrotice sînt orientate (L u c c a).

Evidențiindu-se astfel limitele atît ale factorului mecanic considerat individual, cît și ale teoriei valorii trofice a excitanților funcționali, după perioada de vogă a acestora s-au găsit alte explicații, care vin să completeze cadrul de determinare al structurilor funcționale. S-a demonstrat astfel, că celulele care alcătuiesc formațiunile conjunctive sînt sub dependența sistemului nervos. (S p e r a n s k y și B a i a n d u r o v). Mai mult, s-a dovedit că sistemul nervos poate interveni chiar în orientarea elementelor fibrilare (S m i r n o v a, Z a m p o v a). Cercetările noastre privind influența factorului nervos asupra orientării muculo-aponevrotice, atestă de asemenea acest punct de vedere. Urmărind reorientarea func-

ţională a ţesutului conjunctiv, în condiţiile unui model experimental, în care elementul nervos era păstrat sau distrus, s-a observat că în zona denervată reorientarea funcţională a elementelor fibrilare este mult întîrziată.

În lumina acestor cercetări, mecano-structurile apar ca rezultat al unor procese complexe metabolice, de natură fizico-chimică, ce în realitate constituie biomorfoze (B u r g e r) determinate pe cale reflexă sub control neuro-endocrin. Se presupune că mecanismele morfogenetice depind de zona diencefalo-hipofizară, sistem de comandă al vieţii vegetative, şi în special de formaţia reticulată a trunchiului cerebral, dispozitiv de asociere a părţii nesegmentare cu cea segmentară a corpului, încrucişare a tuturor reflexelor, idio-ecotrope (R i g a şi G h e ţ i e).

S-a mai dovedit în ultimul timp că orientarea fibrelor conjunctive poate fi determinată şi de alte forţe decît cele mecanice. Injectarea de materiale cristaline avînd proprietăţi piezoelectrice cum ar fi berlinita sau colesterolul cristalizat, în cavitatea peritoneală la şobolani şi la iepuri, provoacă activitate fibroblastică intensă, cu formarea de fibre orientate, în timp ce particulele fără proprietăţi piezoelectrice provoacă doar reacţii de corpi străini.

Trebuie de asemenea să evidenţiem că în explicarea structurilor funcţionale a existat un moment în care factorul nervos a fost absolutizat, negîndu-se importanţa elementului mecanic cu acţiune locală.

Cercetări recente privind controlul electric al creşterii oaselor aruncă o nouă lumină asupra mecano-structurii (G. T. Y a r i n t g h t o n). S-a arătat că în structurile conjunctive pe cale de regenerare, se dezvoltă un ridicat potenţial electric negativ. Acest potenţial negativ se dispune cu o oarecare ordine în direcţia unor treneuri ale ţesutului conjunctiv. De asemenea s-a dovedit că potenţialul bio-electric negativ constituie un semn al proliferării celulare şi al diferenţierii spre regenerare, unii autori (M a r i n o), considerînd că potenţialul bio-electric negativ ar controla proliferarea celulară.

S-a dovedit că în os elementul mecanic, ar conduce la schimbări în potenţialul electric. Astfel, aria de stress cauzată prin compresie induce o polaritate negativă iar aria de stress cauzată prin tensiune duce la o polaritate pozitivă. Deci suprafaţa osoasă concavă este negativă, iar suprafaţa convexă este pozitivă. Lipsa componentelor neuronale în os neagă posibilitatea acţiunii potenţialelor nervoase ca sursă de curent, iar alte surse nu au putut fi găsite.

O serie de investigaţii complexe bio-fizico-chimice arată că sub influenţa factorului mecanic se produc o serie de modificări ale legăturilor chimice apatită-colagen, în deosebi la nivelul legăturii hidroxiprolinice, modificări ce duc la schimbarea structurii cuaternare a moleculei de colagen, respectiv a dispoziţiei grupelor sale, polare şi apolare, astfel încît este generat un potenţial electric, negativ sau pozitiv, coordonant cu factorul tensiune sau presiune. Acest potenţial electric este de natură de a orienta structura fibrilară conjunctivă în funcţie de direcţia şi ponderea elementului mecanic. De asemenea s-a dovedit că fenomenul de creştere osoasă se face la nivelul cîmpurilor electrice negative, iar fenomenele de rezorbţie la nivelul cîmpurilor pozitive. Toate aceste date au

Scanned with OKEN Scanner

fost reproduse și experimental cu ajutorul metodei microelectrozilor polarizanți.

Aceste elemente bio-fizico-chimice vin să dovedească faptul că factorul mecanic trebuie luat în considerație, el putînd determina o serie de modificări stereochimice, consecutiv cărora are loc edificarea mecano-structurii conjunctive.

Considerînd global datele prezentate trebuie să subliniem că mecano-structurile interesînd îndeosebi țesutul conjunctiv reprezintă o realitate de necontestat. În geneza lor se intrică atît factorii mecanici și chimici, cu acțiune locală directă, cît și lanțul complex de reacții determinat de acești factori ce pe calea mecanismului feed-back, antrenînd numeroase verigi endocrino-metabolice sub control nervos central și periferic, duc la realizarea structurii funcționale.

De asemenea nu trebuie să contestăm nici chiar în geneza mecano-structurilor rolul factorului genotipic, grație căruia celula mezenchimală în anumite condiții, care rămîn în mare parte pînă la ora actuală necunoscute, se diferențiază pe linie conjunctivă, inițiind procesele de fibrilogeneză ce stau la baza edificării țesutului conjunctiv. Acesta odată diferențiat în cursul perioadei embrionare urmează să fie remodelat în cursul întregii vieți a organismului animal sub influența factorilor mecano-genetici de mediu, realizîndu-se astfel structuri adaptate necesităților funcționale și mediului ambiant.

Noțiunea de structură organică, indiferent de tipul ei, include calitatea de structură funcțională. Realizarea structurilor funcționale, în accepțiunea generică a acestui termen, reprezintă însuși procesul de evoluție a materiei organice, ce culminează cu procesul de antropomorfoză care a condus la formarea omului actual (homo sapiens). Mecanismul acestui proces evolutiv reprezintă intricarea complexă a factorilor genotipici și paratipici, structurile funcționale fiind o reflectare a proprietății generale a materiei, respectiv a reactivității, proprietate ce în cadrul materiei organice este un element ce conferă posibilitatea adaptării organismelor la condițiile de mediu înconjurător.

Mecano-structurile reprezintă o categorie specială de structuri funcționale ce se disting îndeosebi prin 2 caractere:

— agenții stimulanți morfogenetici sînt mecanici;
— efectul orientativ al acestor agenți privește mai cu seamă elementele intercelulare.

În geneza mecano-structurilor nu trebuie absolutizat nici rolul modificărilor locale, survenite direct sub acțiunea factorului mecanic, nici rolul modificărilor complexe neuro-endocrine cu punct de plecare local, ce pe calea mecanismului de feed-back includ modificări structurale locale. De asemenea nici în cadrul acestei categorii de structuri funcționale nu trebuie neglijat rolul factorului genotipic ce induce fibrilogeneza colagenă.

La baza interpretării structurilor funcționale în gene, cît și a mecano-structurilor, trebuie să stea conceptul cauzal determinist, al anatomiei, ce implică descoperirea relației dialectice între morfo și fiziogeneză, între formă și funcție, acestea fiind două manifestări simultane ale fenome-

Scanned with OKEN Scanner

nului vital. Atît interpretarea teleologică cît și cea idealist-finalistă, nu au o bază științifică.

În organism există nenumărate aspecte ale structurilor funcționale, de îmbinare între structură și funcție. Pe lîngă factorii ereditari și endocrini, cu rol determinant se situează și factorii legați de interacțiunea organism-mediu.

Dintre toate structurile corporale, țesutul conjunctiv și variantele sale metaplazice: țesutul cartilaginos și cel osos sînt cel mai mult influențate de factorii de mediu.

Orientarea fibrelor colagene, elastice și de reticulină, impregnarea substanței fundamentale cu chondroitină sau oseină, forma celulelor, procesele de chondrogeneză și osteogeneză, procesele de mineralizare și demineralizare, — sînt toate aspecte ale interrelațiilor dintre factorii mediului înconjurător cu organismul.

La copii, pe măsură ce activitatea motrice se dezvoltă și se perfecționează, structurile funcționale se dezvoltă și se consolidează. Acest proces este mai activ în perioadele vîrstei școlare, cînd efortul fizic este științific dozat în cadrul programelor de educație fizică, precum și în secțiile sportive școlare.

Astfel odată cu creșterea capacității funcționale a marilor funcțiuni, se dezvoltă și calitățile mecanice de rezistență la presiune, tracțiune, răsucire, a tuturor variantelor țesutului conjunctiv, cartilaginos și osos. Structurile fibrilare ale organelor își sporesc capacitatea de rezistență printr-o orientare corespunzătoare, traiectorială a elementelor fibrilare, capsulele articulare și ligamentele articulare devin mai rezistente și în același timp mai elastice, pentru a permite pe lîngă o mai mare rezistență și o mai mare elasticitate, favorizînd astfel creșterea amplitudinii mișcărilor. În țesutul osos spongios, dispunerea lamelelor osoase devine corespunzătoare specificului solicitărilor mecanice; iar în țesutul osos compact sistemele haversiene se înmulțesc și fiecare în parte, prin adăugare de noi lamele osoase concentrice, devin mai capabile să reziste la solicitări crescute.

Procesul de mineralizare și demineralizare contribuie prin componenta biochimică la creșterea rezistenței față de factorii mecanici. Astfel, la adultul tînăr, se realizează maximum de rezistență în condițiile în care raportul dintre substanțele organice care ating proporția de 33% se îmbină optim cu proporția de 66% substanțe minerale. La copil acest raport este crescut în favoarea substanțelor organice, care depășesc 33% mergînd pînă la 40%. Din acest motiv, oasele la copii sînt mai elastice. La bătrîni, prin procesul lent de scleroză, substanțele organice scad procentual și crește procentul de substanțe minerale. Din acest motiv, oasele bătrînilor sînt mai fragile, se fracturează mai ușor.

Excitantul specific al structurii de rezistență a țesutului osos îl constituie complexul de factori mecanici care acționează permanent asupra corpului omenesc. În zborurile cosmice de lungă durată, în condiții de imponderabilitate, se creează condiții de slăbire a rezistenței țesuturilor la solicitările mecanice și în primul rînd a țesutului osos, la nivelul căruia predomină procesele de demineralizare.

Scanned with OKEN Scanner

nului vital. Atît interpretarea teleologică cît și cea idealist-finalistă, nu au o bază științifică.

În organism există nenumărate aspecte ale structurilor funcționale, de îmbinare între structură și funcție. Pe lîngă factorii ereditari și endocrini, cu rol determinant se situează și factorii legați de interacțiunea organism-mediu.

Dintre toate structurile corporale, țesutul conjunctiv și variantele sale metaplazice: țesutul cartilaginos și cel osos sînt cel mai mult influențate de factorii de mediu.

Orientarea fibrelor colagene, elastice și de reticulină, impregnarea substanței fundamentale cu chondroitină sau oseină, forma celulelor, procesele de chondrogeneză și osteogeneză, procesele de mineralizare și demineralizare, — sînt toate aspecte ale interrelațiilor dintre factorii mediului înconjurător cu organismul.

La copii, pe măsură ce activitatea motrice se dezvoltă și se perfecționează, structurile funcționale se dezvoltă și se consolidează. Acest proces este mai activ în perioadele vîrstei școlare, cînd efortul fizic este științific dozat în cadrul programelor de educație fizică, precum și în secțiile sportive școlare.

Astfel odată cu creșterea capacității funcționale a marilor funcțiuni, se dezvoltă și calitățile mecanice de rezistență la presiune, tracțiune, răsucire, a tuturor variantelor țesutului conjunctiv, cartilaginos și osos. Structurile fibrilare ale organelor își sporesc capacitatea de rezistență printr-o orientare corespunzătoare, traiectorială a elementelor fibrilare, capsulele articulare și ligamentele articulare devin mai rezistente și în același timp mai elastice, pentru a permite pe lîngă o mai mare rezistență și o mai mare elasticitate, favorizînd astfel creșterea amplitudinii mișcărilor. În țesutul osos spongios, dispunerea lamelelor osoase devine corespunzătoare specificului solicitărilor mecanice; iar în țesutul osos compact sistemele haversiene se înmulțesc și fiecare în parte, prin adăugare de noi lamele osoase concentrice, devin mai capabile să reziste la solicitări crescute.

Procesul de mineralizare și demineralizare contribuie prin componenta biochimică la creșterea rezistenței față de factorii mecanici. Astfel, la adultul tînăr, se realizează maximum de rezistență în condițiile în care raportul dintre substanțele organice care ating proporția de 33% se îmbină optim cu proporția de 66% substanțe minerale. La copil acest raport este crescut în favoarea substanțelor organice, care depășesc 33% mergînd pînă la 40%. Din acest motiv, oasele la copii sînt mai elastice. La bătrîni, prin procesul lent de scleroză, substanțele organice scad procentual și crește procentul de substanțe minerale. Din acest motiv, oasele bătrînilor sînt mai fragile, se fracturează mai ușor.

Excitantul specific al structurii de rezistență a țesutului osos îl constituie complexul de factori mecanici care acționează permanent asupra corpului omenesc. În zborurile cosmice de lungă durată, în condiții de imponderabilitate, se creează condiții de slăbire a rezistenței țesuturilor la solicitările mecanice și în primul rînd a țesutului osos, la nivelul căruia predomină procesele de demineralizare.

Scanned with OKEN Scanner

În ceea ce privește structura funcțională a cartilagiilor, este de arătat că distribuția elementelor fibrilare imprimă caracteristica tipurilor de cartilagii. Astfel, în cartilagiile intens solicitate de factorii mecanici, predomină fibrele colagene, dispuse traiectorial, iar în cartilagiile de tip elastic predomină fibrele elastice.

Dispoziția celulelor cartilaginoase la nivelul articulațiilor care suportă presiuni mari, cum sînt cele din articulația coxo-femurală, genunchi și talo-crurală, realizează tipul funcțional de „cartilagiu seriat". Condrocitele se așază în serii, asemănătoare cu mici resorturi, care rezistă în mai bune condiții factorilor de presiune.

Studii asupra musculaturii scheletice și a miocardului au arătat că, sub influența efortului fizic, apar modificări structurale specifice care îmbinate dau aspectul de hipertrofii cu unele particularități.

La mușchii striați, după cum sînt solicitați la efort de forță sau viteză și îndemînare, apar modificări structurale specifice.

Mușchii antrenați pentru forță sînt mai voluminoși, prin creșterea cantității de sarcoplasmă și nu prin creșterea numărului de miofibrile. Pe o secțiune făcută pe o fibră musculară antrenată pentru forță se observă creșterea cantității de sarcoplasmă, care depărtează între ele cîmpurile Conheim. Nucleii nu mai sînt situați în vecinătatea sarcolemei, tot datorită creșterii cantității de sarcoplasmă. În compoziția chimică a sarcoplasmei crește cantitatea de mioglobină, precum și incluziunile de substanțe energetice, în primul rînd de glicogen. Din acest motiv, mușchii antrenați pentru forță au o culoare roșie închisă și sînt mai voluminoși.

Întreruperea efortului fizic determină fenomene inverse, în sensul că volumul mușchiului scade, datorită pierderii unor categorii de substanțe energetice și în primul rînd a cantității de sarcoplasmă. Între aspectul structural și capacitatea funcțională a mușchiului există un echilibru dinamic care este reglat printr-un fenomen de conexiune inversă, pe baza informațiilor proprioceptive care vin de la mușchi și unde comparatorul este hipotalamusul.

Mușchii antrenați pentru viteză își măresc mult mai puțin volumul, iar culoarea lor este alb-gălbuie. Pe o secțiune practicată la o fibră musculară se observă poziția marginală a nucleilor, sub sarcolemă iar cîmpurile Conheim, formate din grupe de miofibrile, sînt despărțite de o fină lamă de sarcoplasmă. În compoziția chimică a sarcoplasmei se găsesc mai puține substanțe energetice de depozit, însă o mai mare cantitate de enzime și biocatalizatori. Acest fapt permite declanșarea și desfășurarea cu mai mare rapiditate a proceselor biochimice ale contracției musculare.

Pe lîngă aceste aspecte de microstructură musculară, determinată de felul efortului, de forță sau de viteză, la care este supus mușchiul, mai există și alte aspecte de macrostructură determinate de schimbarea rolului și poziției mușchilor și tendoanelor în jurul articulațiilor pe care le mobilizează.

Astfel, în tratamentul ortopedic al unor leziuni accidentale sau degenerative osoase, prin modificarea direcției și poziției unor oase, prin plantarea diferită a unor mușchi, tendoane și ligamente, prin adăugarea unor grefoane etc., apar solicitări mecanice diferite, care produc modificări structurale ale mușchilor.

Scanned with OKEN Scanner

STRUCTURI FUNCȚIONALE LA NIVELUL ORGANELOR*

Aspecte de structuri funcționale la nivelul organelor se găsesc pretutindeni.

Stroma conjunctivă a plămînului, a sistemului nervos, unde țesutul conjunctiv este înlocuit de țesutul nevroglic al splinei, rinichilor, ganglionilor limfatici etc., realizează dispozitive de rezistență mecanică.

Straturile parenchimatoase ale retinei sînt solidarizate prin straturi limitante conjunctive care asigură ordinea cerută de necesitățile funcționale.

Scheletul fibros al inimii (fig. 34, 35), care permite fixarea celulelor miocardice reprezintă un alt aspect de structură funcțională.

Structura arterelor mari (fig. 36) conține preponderent fibre elastice pentru a le permite extinderea în momentul sistolei ventriculare și revenirea la calibrul normal în diastolă. Această revenire elastică este factorul care asigură circulația sîngelui în mod continuu, după cum a arătat M a r e y.

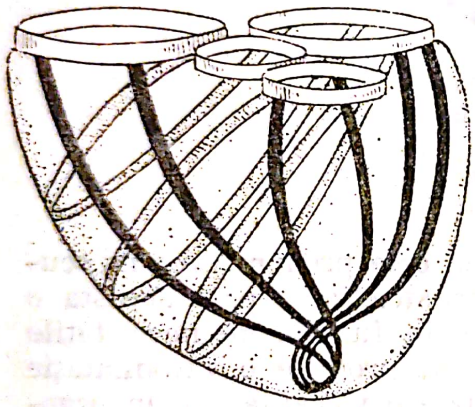


Fig. 34 Structura funcțională a inimii, inelele și lanțurile reprezintă scheletul fibros al inimii pe care se fixează miocardul

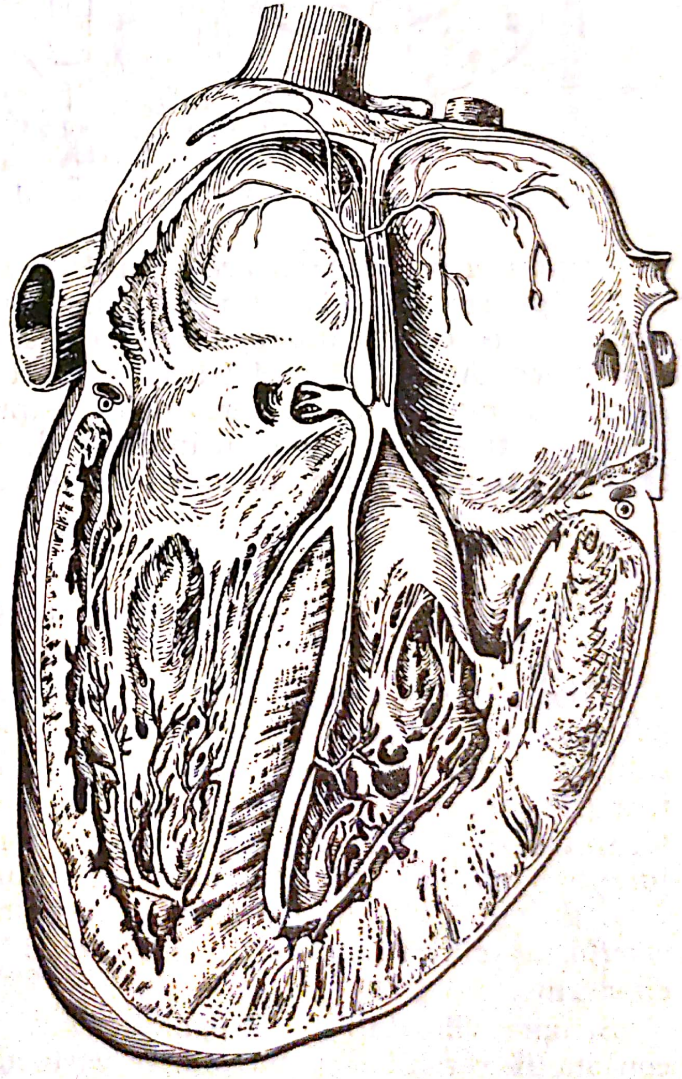


Fig. 35 Structura inimii (după Sinelnicov)

* După V. V. Papilian.

Scanned with OKEN Scanner

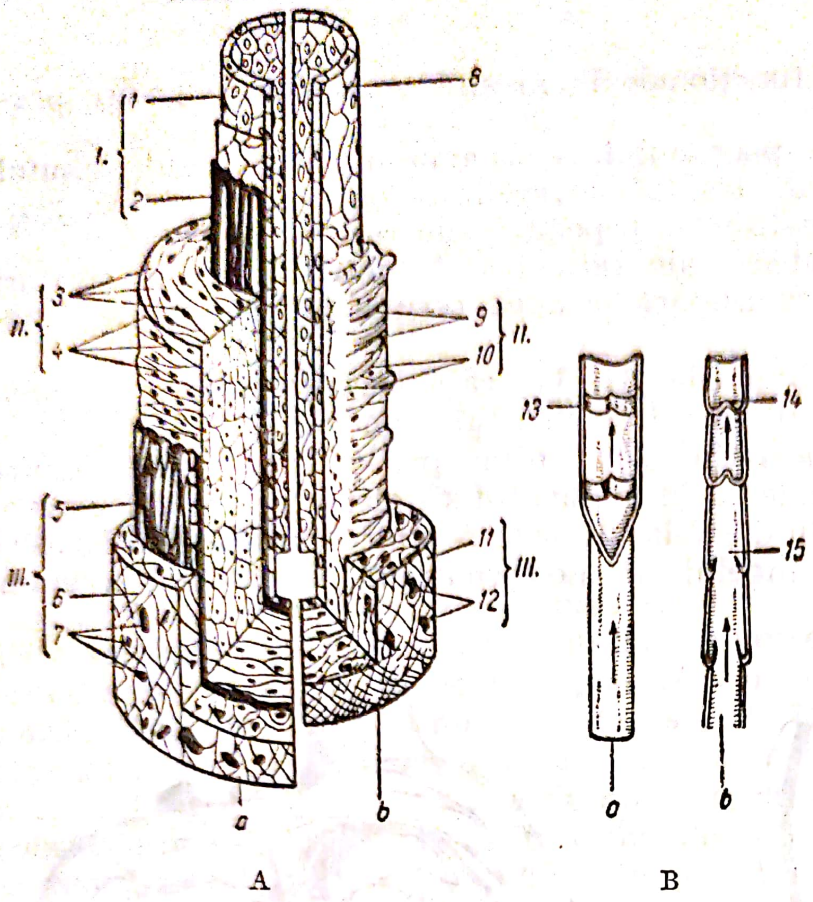


Fig. 36 Structura vaselor (după A. Andronescu)

A — Tunicile peretelui vascular: a — arteră; *b* — venă; *B — Valvulele venelor: a* — vedere de ansamblu într-o venă deschisă; *b* — schema funcționării valvulelor.

1 — Endoteliu; *2* — Membrana elastică internă; *3* — Fibre musculare circulare netede; *4* — Fibre elastice; *5* — membrana elastică externă; *6* — Țesut conjunctiv; *7* — Vase sanguine; *8* — Endoteliu; *9* — Fibre musculare circulare netede; *10* — Fibre elastice; *11* — Țesut conjunctiv; *12* — Vase sanguine; *13* — Închise; *14* — Închise; *15* — Deschise; I. — Stratul intern; II. Stratul mijlociu; III. — Stratul extern.

Structura pereților arterelor mijlocii și mici este predominant musculară, fapt care permite vasodilatația și vasoconstricția și prin aceasta o repartiție corespunzătoare a irigației sanguine în funcție de necesitățile fiziologice. Astfel, în perioadele de efort fizic se produce o vasodilatație la nivelul mușchilor, în perioadele postprandiale o vasodilatație în organele digestive, iar în efortul intelectual, o irigare optimă la nivelul encefalului și în primul rînd al scoarței cerebrale.

VILOZITĂȚILE INTESTINALE

Vilozitățile intestinale (fig. 37) sînt structuri ale mucoasei intestinale adaptate pentru funcția de absorbție, principală funcție a intestinului subțire. Aceste vilozități caracterizează în mod specific intestinul subțire (fig. 38), ele sînt absente în duodenul superior și dispar în ileonul terminal. Sînt structuri ale mucoasei formate dintr-un ax central conjunctivo-vascular, expansiune a corionului, tapetat de epiteliu de suprafață. Epiteliul vilozităților este alcătuit în special din enterocite, celulele calciforme sînt rare, practic absente; de asemenea sînt rare și celulele endocrine.

Stroma vilozităților, „emanație" a corionului este formată din țesut conjunctiv reticulat cu un număr variabil de fibre fine colagene și elastice. Componenta celulară a acestei strome este bogată și polimorfă, fiind

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 37 Structura vilozității intestinale

6 — Epiteliu; *5* — Chilifer limfatic central; *4* — Foliculii limfatici; *1* — Celule epiteliale de acoperire; *2*. Capilarele vilozitare; *3* — Rețeaua de vase limfatice și sanghine în submucoasă.

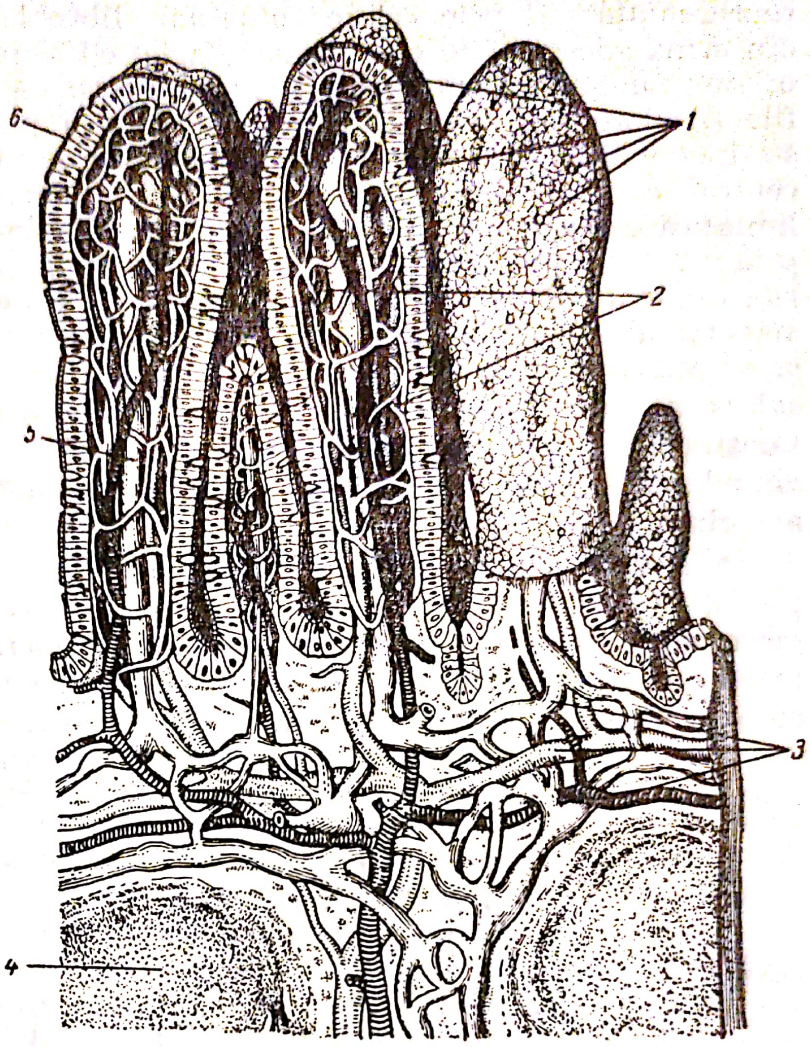
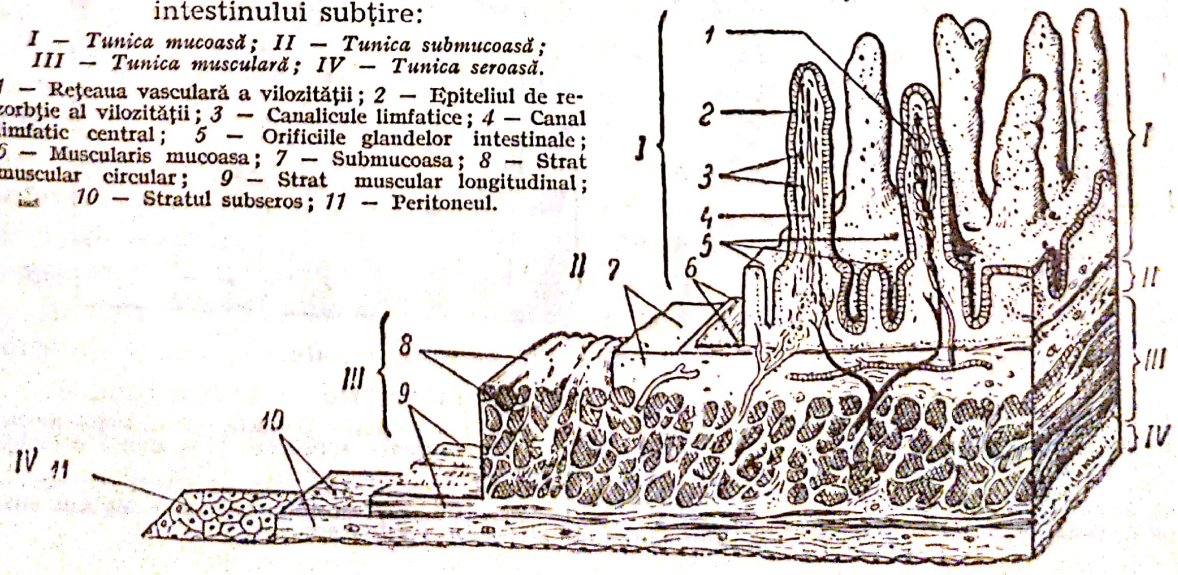


Fig. 38. Secțiune schematică prin peretele intestinului subțire:

I — Tunica mucoasă; II — Tunica submucoasă; III — Tunica musculară; IV — Tunica seroasă.

1 — Rețeaua vasculară a vilozității; *2* — Epiteliul de rezorbție al vilozității; *3* — Canalicule limfatice; *4* — Canal limfatic central; *5* — Orificiile glandelor intestinale; *6* — Muscularis mucoasa; *7* — Submucoasa; *8* — Strat muscular circular; *9* — Strat muscular longitudinal; *10* — Stratul subseros; *11* — Peritoneul.



Scanned with OKEN Scanner

reprezentată atît prin celule autohtone, fibroblaste și histiocite (acestea din urmă adesea fiind de tip macrofagic) cît și prin elemente alogene de origine sanguină. Populația alogenă este formată din neutrofile și eozinofile (tisulare sau sanguine), din limfocite și plasmocite etc. La nivelul stromei vilozităților se găsește situat central un vas limfatic, chiliferul central, care începe printr-un capăt „orb" (închis) și se varsă în rețeaua limfatică a corionului. Aparatul sanguin al vilozităților este reprezentat printr-un vas preferențiar sau un capilar arterio-venos. Segmentul arterial provenit din arterele corionului are un traiect ascendent de la bază spre vîrful vilozităților; la acest nivel el se încurbează (formează un arc) și se continuă cu segmentul venos care se varsă în plexul din corionul subiacent. Între segmentul arterial și cel venos al aparatului sanguin al vilozităților există numeroase capilare adevărate, care formează o rețea abundentă, situată în raporturi intime cu membrana bazală a epiteliului absorbant.

În stroma vilozităților se mai găsesc fibre nervoase provenite din plexul nervos Meissner, fibre care se termină fie la nivelul vaselor sanguine și limfatice, fie la nivelul elementelor contractile. Elementele contractile sînt reprezentate prin fibre musculare netede provenite din musculoasa mucoasei sau prin celule fusiforme, situate linear (Fig. 39). Contracția acestor structuri determină scurtarea vilozităților și favorizează trecerea substanțelor absorbite în capilarele sanguine și limfatice; rela-

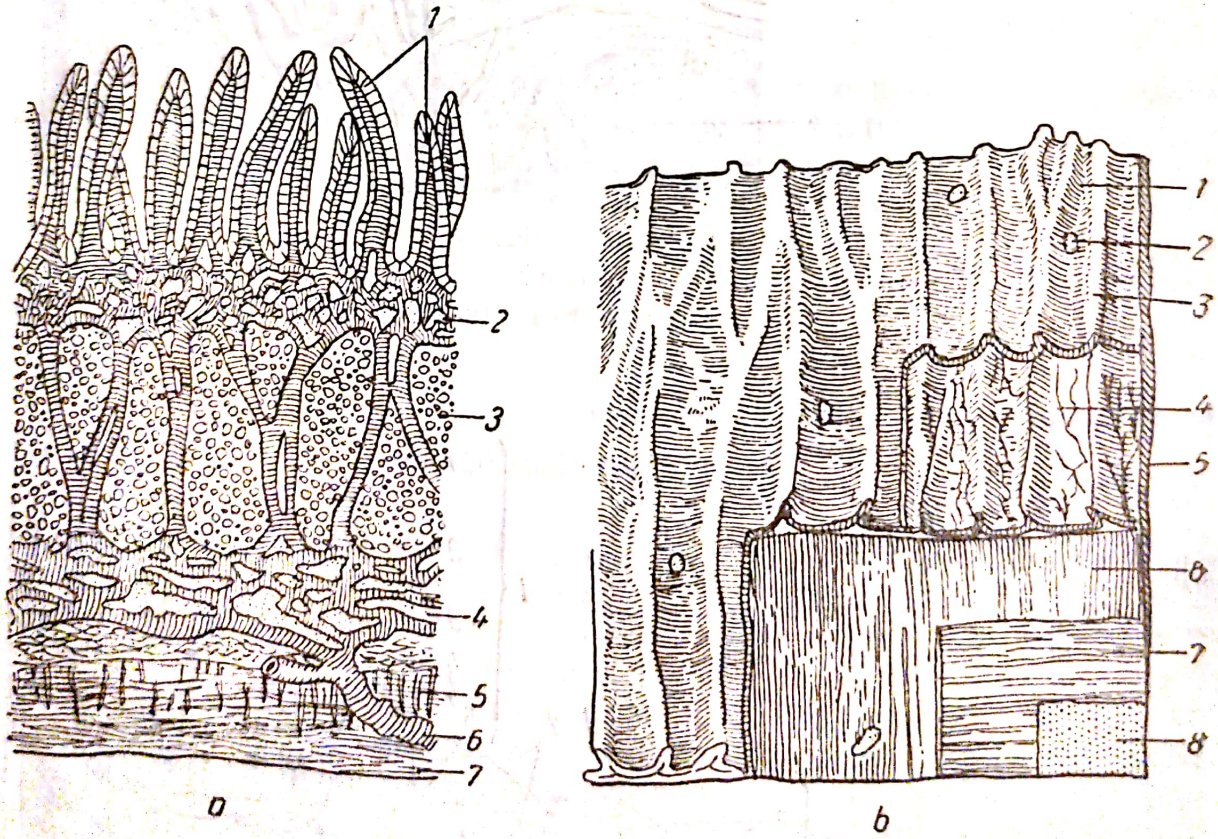


Fig. 39 Structura intestinului subțire

a) Secțiune verticală: *1* — Vilozități intestinale; *2* — Rețea capilare limfatice, *3* — Plăci limfatice Peyer; *4* — Rețea limfatică profundă; *5* — Strat conjunctiv subseros; *6* — Canal colector limfatic; *7* — Peritoneu.

b) Secțiune longitudinală: *1* — Tunica mucoasă; *2* — Folicul limfatic solitar; *3* — Plica circularis (Ker. Kring); *4* — Stratul submucos; *5* — Peretele intestinal (secționat); *6* — Mușchi circulari; *7* — Mușchi longitudinali; *8* — Tunica seroasă.

Scanned with OKEN Scanner

xarea lor este însoţită de lungirea vilozităţilor, fapt care măreşte suprafaţa lor şi favorizează absorbţia. În acest fel, vilozităţile nu reprezintă numai aparat de absorbţie dar şi un aparat „propulsor" care asigură trecerea substanţelor absorbite în sînge şi limfă.

Vilozitatea intestinală este un exemplu de structură adaptată nevoilor funcţionale.

Pentru a permite absorbţia diferenţiată a substanţelor alimentare din intestin ajunse în stadiul de produşi finali ai digestiei, vilozitatea intestinală prezintă microstructuri specifice.

Epiteliul vilozităţii este un prototip de ţesut epitelial „de resorbţie", avînd celule mari, cu platou striat, care prin această dispoziţie măresc suprafaţa de absorbţie. Produşii finali ai digestiei străbat acest platou striat prin polul apical, parcurg microsistemele circulaţiei intracitoplasmatice, şi anume reticulul endoplasmatic şi ajung la polul bazal, prin care părăsesc celula. De aici, străbătînd membrana bazală, substanţele absorbite pătrund fie în capilarele portale, fie în reţeaua limfatică a vilozităţii.

Bogăţia celulelor epiteliului vilozităţii în organite intra-citoplasmatice explică intensa activitate funcţională a acestora. Este suficient să amintim că în interiorul citoplasmei acestor celule se face sinteza grăsimilor, pornind de la compuşii coleinici solubili absorbiţi din intestin. Sinteza grăsimilor se face după separarea sărurilor biliare de acizii graşi şi combinarea acestora cu glicerina. Sărurile biliare, glicocolatul şi taurocolatul de sodiu eliberaţi sînt absorbiţi în capilarele sanguine şi prin vena portă ajung în ficat, unde sînt retrimişi prin bilă în intestin. Se stabileşte astfel circuitul hepato-entero-hepatic al sărurilor biliare.

Structura vilozităţii intestinale este adaptată funcţiei de absorbţie. La fiecare vilozitate vine o arteriolă mezenterică, ce se capilarizează bogat, apoi se strînge într-o venulă aferentă circulaţiei portale. În axul central al vilozităţii se găseşte chiliferul central către care confluează numeroase capilare limfatice, în deget de mănuşă. Chiliferul central, după ce străbate vilozitatea, afluează în vasele limfatice mezenterice, străbate ganglionii limfatici mezenterici şi în final ajunge în cisterna Pecquet.

Procesul absorbţiei intestinale este complex şi asigurat de două categorii de forţe pasive şi active. Forţele pasive reprezentate prin osmoză şi difuziune asigură absorbţia de la concentraţii mai mari în intestin la concentraţii mai mici în sînge. Forţa activă, care asigură şi selectivitatea, acţionează chiar în condiţiile în care concentraţia şi presiunea unor produşi finali ai digestiei, în speţă unii aminoacizi esenţiali, sînt prea reduse pentru ca absorţia să poată fi făcută numai prin forţele pasive ale osmozei şi difuziunii. Această forţă activă este o forţă bioelectrică, care acţionează pe bază de fenomene ionice, prin aşa-numita „pompă de ioni".

În felul acesta, datorită structurii funcţionale speciale şi datorită forţelor pasive şi active, absorbţia intestinală se face diferenţiat:

— apa, sărurile minerale, vitaminele, glucoza şi aminoacizii se absorb în capilarele sanguine şi ajung prin vena portă la ficat;

— grăsimile sintetizate în celulele epiteliului mucoasei vilozităţii intestinale se absorb în capilarele limfatice şi urmează circuitul limfatic.

Scanned with OKEN Scanner

Lobulul hepatic portal sau intervertit descris de Sabourin este centrat de un spațiu port adevărat, și mai precis de un canal biliar. Acest lobul portal este format din totalitatea unităților secretorii, indiferent de localizarea lor care sînt tributare aceluiași duct biliar. Periferia lobulului portal este reprezentată prin linia arbitrară care unește între ele cele trei vene centrolobulare mai apropiate și are o formă triunghiulară: vîrfurile triunghiului sînt reprezentate prin venele centrolobulare „unite". Structural, un lobul portal este format din cîmpuri secretorii care aparțin lobulilor clasici adjacenți, deci din parenchimul hepatic a trei lobuli hepatici clasici.

Acinul hepatic (fig. 40), descris de Rappaport, este format din totalitatea unităților morfo-funcționale tributare aceleiași vascularizații și aceluiași canalicul biliar: cu alte cuvinte, acinul hepatic este constituit din totalitatea celulelor care sînt irigate de același vas și care își varsă bila în același canalicul biliar.
Acinii hepatici sînt unități mai mici decît lobulii, ei intrînd, ca și elemente constituente atît în structura lobulului clasic cît și a celui portal a ficatului.

Lobulul hepatic clasic (Fig. 41) la om este delimitat periferic de un număr de travee interlobulare, care constituiesc spațiile porte. În aceste travee interlobulare, respectiv spații porte, vasele ca și canalele biliare au o dispoziție longitudinală, fiind situate paralel cu axul piramidei lobulare. Din vasele situate în aceste spații portale se desprind arterele și venele perilobulare, cu traiect circular care înconjoară în mod real periferia lobulului, sînt vasele, venele, respectiv arterele, de distribuție sau „axiale", numite și terminale. Aceste vase circulare perilobulare asigură irigația parenchimului lobular prin intermediul capilarelor sinusoide Paralel cu aceste vase perilobulare, se găsesc situate canaliculele biliare

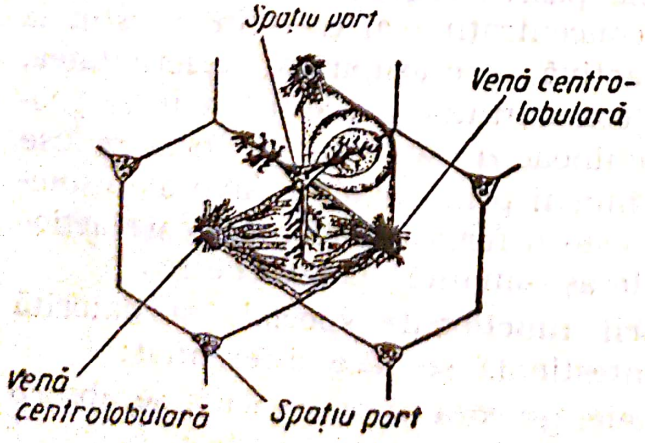


Fig. 40 Acinul hepatic (după V. V. Papilian)

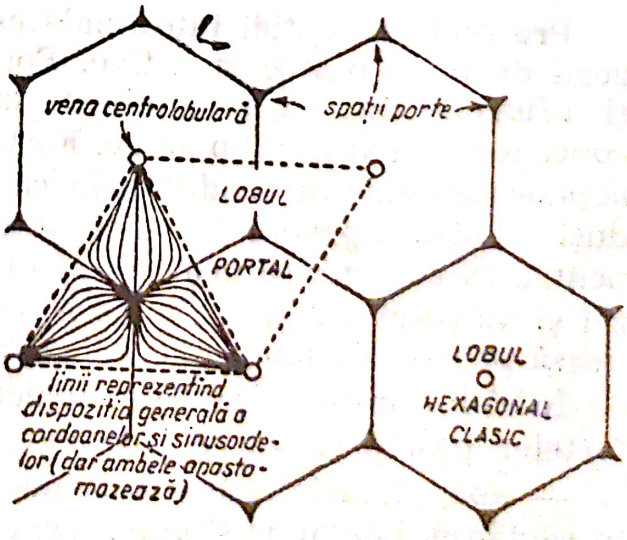


Fig. 41 Reprezentarea diagramică a lobulului clasic hexagonal și a celui port triunghiular

Scanned with OKEN Scanner

perilobulare, în care este drenată bila din canaliculele intralobulare și care se varsă în spațiile porte în canaliculele interlobulare. În secțiune aceste structuri tubulare perilobulare sînt situate dealungul liniilor care unesc două spații porte și sînt „punctate din loc în loc" de falsele spații portale care reprezintă tocmai apariția în secțiune, deci planul bidimensional al lumenului acestor structuri tubulare perilobulare (mai frecvent apar ramurile venoase și cel mai rar canaliculele perilobulare).

În rezumat, conform datelor existente, lobulul hepatic clasic trebuie interpretat ca fiind constituit din mai multe subunități morfo-funcționale, acinii hepatici. Fiecare acin hepatic este format din două cîmpuri triunghiulare, cu o bază comună reprezentată prin structurile tubulare periacinoase sau axiale (vene, artere, canalicule biliare) situate în doi lobuli clasici adiacenți. Sau cu alte cuvinte fiecare acin hepatic este localizat în doi lobuli clasici învecinați. În cadrul aceluiași lobul hepatic clasic, unitățile acinoase sînt structuri independente atît din punct de vedere a irigării cît și a drenării bilei. Existența acinilor hepatici, unități constitutive ale lobulilor hepatici clasici demonstrează și realitatea unei circulații „segmentare" a lobulului, fapt care explică inegalitatea lezării diferitelor zone lobulare, cît și lezarea simultană a regiunilor adiacente din doi lobuli hepatici învecinați.

Structura lobulului hepatic. Lobulul hepatic, așa după cum este el vizualizat în secțiunile histologice, este format dintr-o periferie, din corpul lobular și din vena centrolobulară.

Periferia lobulului hepatic uman este reprezentată prin linia arbitrară care unește între ele cîteva spații porte adevărate, inclusiv cele porte false. În realitate periferia lobulului uman este delimitată de septuri conjunctivale discontinui, care reprezintă o stromă interlobulară, și care constituie spațiile porte adevărate și de vasele perilobulare, circulare, care se desfac din cele prezente în spațiile porte, ca și din canaliculul biliar perilobular, care se varsă în structura analoagă situată în spațiul portal.

Spațiile porte adevărate au o structură triunghiulară și sînt formate dintr-un țesut conjunctiv fibrilar înfiltrat cu celule mononucleare. În acest spațiu se găsesc în mod obligatoriu patru structuri tubulare, dintre care două sînt aferente (ramurile venoase și arteriale), iar două eferente (canaliculul biliar și vasul limfatic).

Toate aceste structuri sînt paralele cu axul lung al lobulului piramidal, și de la nivelul lor se desfac vasele perilobulare, circulare, iar din canaliculul portal se deschid canaliculele perilobulare.

Ramura venoasă portală este structura cea mai mare fiind formată dintr-un perete subțire fibros tapetat de endoteliu. Ramura arterială are un lumen îngust, media este formată din 1—2 celule musculare și este separată de endoteliu printr-o limitantă elastică internă bine vizibilă. Vasul limfatic este structura cea mai greu vizibilă și este reprezentată printr-o „crăpătură" tapetată de endoteliu. Canaliculul biliar, structura caracteristică spațiului portal este reprezentat de un lumen delimitat de un epiteliu simplu cubic cu nucleii puternic hipercromi.

Scanned with OKEN Scanner

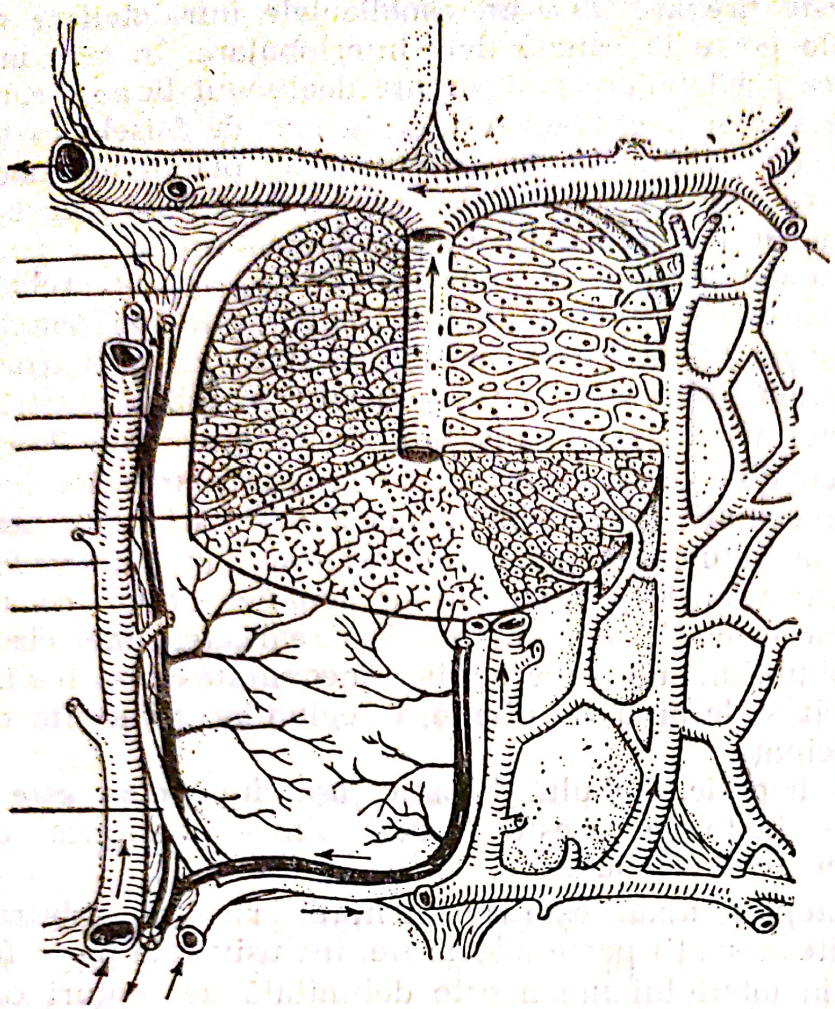


Fig. 42 Structura ficatului

1 — Spaţiu port (Kiernan); *2* — Venă centrolobulară; *3* — Hepatocite; *4* — Capilare sinusoide; *5* — Celule Kupffer; *6* — Venă perilobulară; *7* — Capilar limfatic; *8* — Arteră hepatică (ram perilobular)

Corpul lobulului hepatic: dacă comparăm lobulul hepatic cu un creion, periferia lobulului corespunde feţelor „lăcuite", iar corpul corespunde masei lemnoase a creionului.

Corpul lobulului este alcătuit din cordoane celulare, cordoanele hepatice Remak care au o dispoziţie radiară faţă de vena centrolobulară, către care în realitate converg (refacerea lobulului ca şi circulaţia intralobulară realizîndu-se de la periferie spre centru).

Cordoanele hepatice, corespunzătoare lamelelor hepatice sînt separate între ele prin capilare sinusoide, capilare situate în spaţiile interlamelare. Capilarele sinusoide de tip embrionar au un perete discontinuu, discontinuitatea interesînd atît endoteliul cît şi membrana capilară. Între capilarul sinusoid şi cordonul hepatic există spaţiul Disse, format dintr-o reţea tridimensională de fibre reticulinice şi probabil şi din rare fibre colagene). Semnificaţia spaţiului Disse nu este încă complet clarificată, el este interpretat ca un spaţiu pericapilar corespunzînd unui capilar limfatic.

Endoteliul capilarelor sinusoide are o structură celulară mult mai complexă şi este format din cel puţin trei tipuri celulare: (1) celulele Kupffer de formă stelată şi cu semnificaţie de element reticulo-endotelial, (2) celule imature (nediferenţiate) cu aspect endoteliform şi cu potenţial hematopoietic şi (3) celule histiocitare formatoare de fibre reticulinice. Este foarte posibil să existe la acest nivel şi celule endoteliale

Scanned with OKEN Scanner

de tip comun, iar prezența rarelor fibre colagene sugerează și prezența unor elemente fibroblastice.

Corpul lobulului hepatic este constituit din cordoanele hepatice Remak care sînt situate între două capilare sinusoide. Aceste cordoane reprezintă vizualizarea bidimensională a lamelelor hepatice și ele constituie în mod real porțiunile secretorii (piesele terminale) ale ficatului, glandă tubuloasă ramificată și reticulată.

Fiecare lamelă hepatică are grosimea unui hepatocit și este formată dintr-o suprapunere de celule hepatice: între fiecare două hepatocite adiacente se constituie porțiunea inițială a sistemului canalicular excretor. Astfel, cordoanele hepatice sînt constituite din două rînduri de celule.

Dependent de cordonul hepatic, structură glandulară exocrină formată din două celule ce delimitează un capilar biliar, este sistemul canalicular intralobular. Acest sistem intralobular este reprezentat prin canaliculul biliar și canaliculul scurt intralobular Hering. Capilarul biliar nu are un perete propriu el fiind delimitat de fețele hepatocitelor adjacente.

Vena centrolobulară. În comparația lobulului hepatic cu un creion, vena centrolobulară reprezintă grafitul (mina) acestuia. Această venă centrală ia naștere prin fuziunea capilarelor sinusoidale și are o structură similară cu cea a sinusurilor venoase splenice în sensul că este delimitată de un perete „perforat" („fenestrat"), tapetat de celule endoteliale (de tip comun). Vena centrolobulară părăsește lobulul piramidal la nivelul vîrfului acestuia, la care nivel are un perete continuu, format dintr-un endoteliu (continuu) dublat de o membrană conjunctivală.

Structura lobulului hepatic permite un flux circulator în dublu sens: (Fig. 43).

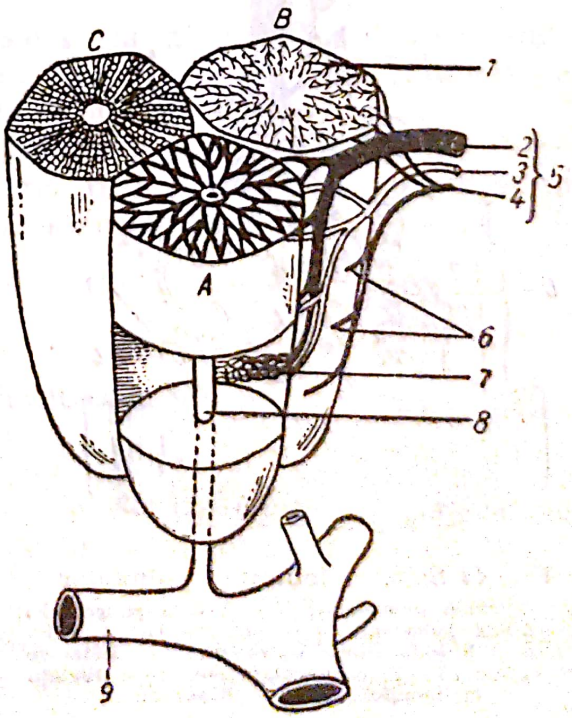


Fig. 43 Schema circulației în lobulul hepatic

1 — Canalicule biliare intralobulare; *2* — Vena interlobulară; *3* — Artera interlobulară; *4* — Canalicul biliar interlobular; *5* — Triada hepatică; *6* — Capilare biliare; *7* — Sinusoide hepatice; *8* — Vena centrolobulară; *9* — Vena sublobulară; *A* — Fragment de lobul hepatic secționat; B — Circulația biliară intralobulară; *C* — Cordoanele lui Remak (pe secțiune transversală în lobul).

Scanned with OKEN Scanner

— un flux de la periferia lobulului către vena centrolobulară, prin sinusoidele hepatice, străbătut de sîngele funcţional şi de cel nutritiv;

— un flux biliar, în sens invers, de la centrul lobulului către spaţiile interlobulare Kiernan, conţinînd secreţia biliară care se scurge prin spaţiile dintre membrana hepatocitelor şi endoteliul sinusoidelor hepatice.

Un alt aspect de structură funcţională la nivelul lobulului hepatic este existenţa celulelor lui Kupffer aparţinînd sistemului reticuloendotelial şi care permit ficatului să-şi îndeplinească funcţia de apărare şi funcţia antitoxică.

ALVEOLELE PULMONARE

Alveolele pulmonare (fig. 44) sînt spaţii mici cu aspect veziculos, care se deschid în sacii alveolari, în ductele alveolare şi în bronşitele respiratorii; ele comunică între ele prin porii alveolari care se găsesc în număr de 1—6 pe alveolă. Aceşti pori consideraţi altă dată ca orificii de uzură, apar consecutiv descuamării celulelor alveolare şi ei favorizează extinderea proceselor patologice de la alveolă la alveolă.

Alveolele pulmonare sînt în realitate mici cavităţi incluse în substanţa fundamentală elastico-reticulinică a plămînului. Fiecare alveolă este tapetată de un endoteliu propriu, endoteliul alveolar şi sînt separate între ele prin septuri interalveolare (pereţii alveolari). La adult diametrul lor mediu este de 100—200 microni, dimensiuni ce nu sînt depăşite în condiţii normale.

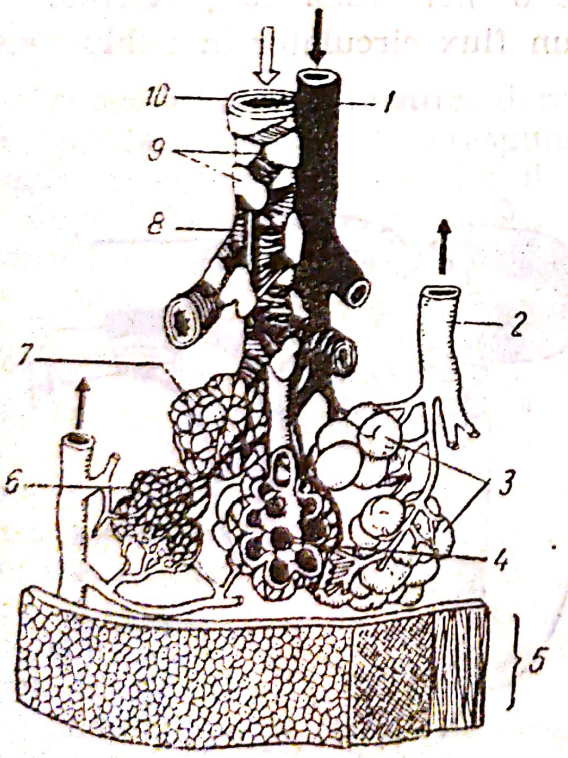


Fig. 44 Schema lobulului pulmonar

1 — Arteriolă pulmonară; *2* — Venulă pulmonară; *3* — Alveole pulmonare; *4* — Saci alveolari; *5* — Pleura; *6* — Reţeaua capilară alveolară; *7* — Reţea de fibre elastice; *8* — Fibre musculare netede; *9* — Dilataţii ale bronşiolelor; *10* — Bronşiolă.

Studiul alveolelor pulmonare necesită descrierea septurilor interalveolare şi endoteliului alveolar.

Septurile interalveolare la microscopia optică sînt reprezentate printr-o reţea de capilare largi dar scurte şi anastomozate, dispuse în reţeaua fundamentală spongioasă reticulinoelastică: fibrele colagene sînt relativ rare şi nu constituie structuri esenţiale.

Edoteliul alveolar dispus pe membrana sa bazală constituie unica structură proprie fiecărei alveole pulmonare. Acest endoteliu este continuu şi format din trei tipuri de celule: (1) pneumocitul membranos (celulă de tip I); (2) pneumocitul granulos (celulă de tip II) şi (3) pneumocitul cu margine în perie la care

Scanned with OKEN Scanner

se mai adaugă macrofagele alveolare prezente în grosimea epiteliului (ca și în lumenul alveolelor).

Surfactantul alveolar, factor tensioactiv de natură complexă lipoproteică, cu o importantă componentă fosfolipidică, împiedică atelectazia alveolară (colabarea alveolelor) în respirație, și mai ales în cursul expirației. Acest surfactant formează la suprafața alveolelor un film subțire cu o grosime care variază de la 100—500 Å sau 0,1—0,5 microni 100 Å la 0,5 microni. Acest strat are cel puțin două stări fizice, globale și micelii, uneori se prezintă cu o dispoziție lamelară periodică sau chiar sub formă de structuri trilaminare similare cu unitatea de membrană. (I. Diculescu).

Complexul structural „alveolo-capilar". Alveolele pulmonare sint delimitate în realitate de un complex endotelio-mezenchimal, cu semnificația unei bariere hematoaeriene (a cărui modificare patologică constituie substratul lezional al așa numitului „bloc alveolo-capilar". Acest complex dinspre cavitatea alveolară spre capilarul sanguin este format din următoarele structuri: (1) pelicula de surfactant situată între aerul atmosferic și endoteliul alveolar; (2) endoteliul alveolar; (3) membrana bazală endotelială; (4) substanța fundamentală localizată între membrele bazale endoteliale și capilare; (5) membrana bazală capilară și (6) citoplasma celulelor endoteliale ale capilarelor interseptale (pulmonare).

Alveola pulmonară este un tip de structură funcțională; la nivelul acesteia se îmbină structura pereților alveolari formați din celule plate, dintre care unele nu au nici nucleu, fiind astfel străbătute cu ușurință de gazele din aerul alveolar. Existența unei slabe legături a acestui endoteliu cu membrana bazală constituie un factor în plus care ușurează difuziunea gazelor în ambele sensuri. Bogata rețea de fibre elastice de la nivelul acinului pulmonar și din jurul alveolelor are un rol deosebit în asigurarea expirației și constituie prin aceasta o forță pasivă de mare importanță.

Existența mușchilor Reisseissen la nivelul bronhiolelor mici care și-au pierdut tunica cartilaginoasă este un factor determinant al volumului de aer inspirat care pătrunde în acinii pulmonari.

De asemenea, asigurarea plămînului cu două feluri de sînge, funcțional prin artera pulmonară și nutritiv prin artera bronșică, este un alt exemplu de structură funcționaluă, adaptată condițiilor speciale în care lucrează plămînul.

STRUCTURA ȘI ULTRASTRUCTURA NEFRONULUI

Nefronii (fig. 45, 46), unitățile morfo-funcționale ale rinichilor reprezintă porțiunea secretorie a acestora, ei fiind formați din corpusculul renal Malpighi și dintr-un tub urinifer („nefronul tubular").

A. **Corpusculul renal Malpighi,** structură complexă capilaro-epitelială, are o formă sferică cu diametru mediu de 200 microni (variații între 150 și 250 microni). El este format dintr-un ghem capilar, glomerul

Scanned with OKEN Scanner

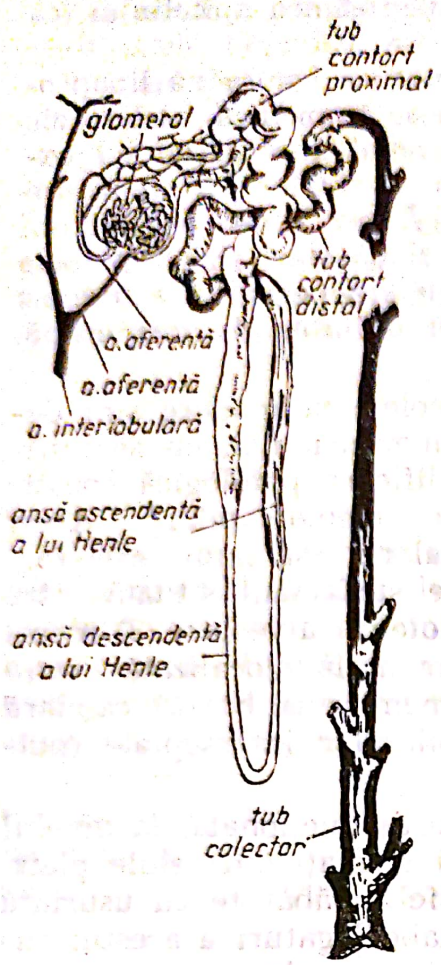


Fig. 45 Schema nefronului (după V. V. Papilian)

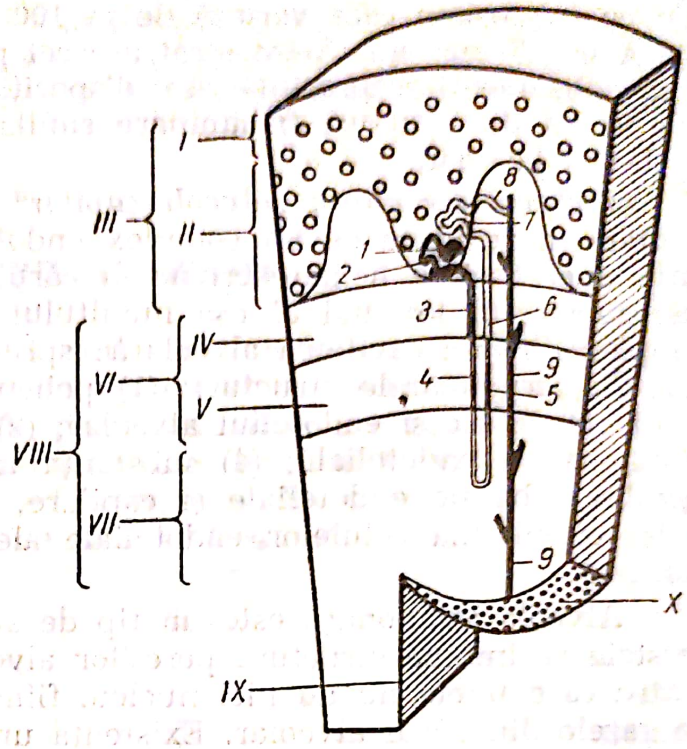


Fig. 46 Secțiunea schematică prin rinichi pentru a preciza topografia fiecărui component al nefronului.

1 — corpuscul renal; *2—3* — tub contort I; *4—5* — ansa Henle; *6—7—8* — tub contort — II; *9* — tub colector; I, II, III — zona glomerulară; IV—VIII — zona tubulară; IX — caliciu renal; X — papila renală.

renal, dispus între două arteriole (sistem port-arterial sau rețea admirabilă) conținut într-o capsulă epitelială (care aparține tubului urinifer) cu pereți dubli, capsula Bowman, care conține spațiul urinar Bowman. (Fig. 47).

Fiecare corpuscul renal prezintă doi poli, unul vascular, care aparține glomerului renal, și unul urinar care aparține capsulei Bowman. Polul vascular este reprezentat prin hilul glomerular, prin care pătrunde arteriola aferentă și iese cea aferentă din glomerul; acest pol are raporturi de contact cu segmentul contort proximal al tubului urinifer. Polul urinar reprezintă continuarea capsulei Bowman cu segmentul contort proximal al tubului urinifer, respectiv a spațiului urinar cu lumina tubulară.

Capsula Bowman ia naștere prin pătrunderea glomerului capilar la capătul „închis" („orb" sau în deget de mănușă) al tubului urinifer, constituindu-se astfel o cavitate delimitată de două foițe, una parietală dispusă pe membrana bazală a capsulei, și alta viscerală care se „mulează"

Scanned with OKEN Scanner

pe toate ansele capilare ale glomerulului. Cele două foiţe se găsesc în continuare la nivelul polului vascular, între ele delimitîndu-se spaţiul urinar (sau glomerular) care comunică, la nivelul polului urinar, cu tubul contort proximal. Celulele foiţei parietale, cubice sau turtite, sînt dispuse pe o membrană bazală PAS pozitivă şi dublată de o reţea fibrilară care se continuă cu scheletul reticulinic de susţinere a rinichiului. Foiţa viscerală, mulată pe capilarele glomerulare, este formată din celule de tip special, numite podocite, care participînd la constituirea peretelui capilar sînt studiate odată cu acesta.

Glomerulul renal, Fig. 48, reprezintă un sistem port-arterial (reţea admirabilă) fiind format dintr-un ghem de capilare situate între două arteriole, una aferentă, cealaltă aferentă: la nivelul polului vascular aceste două arteriole sînt situate (aproape) adiacent, ele delimitînd un unghi cu deschiderea în afară (spre parenchim). Diferenţa de calibru dintre cele două arteriole glomerulare, diametrul celei aferente fiind mai mic decît cel al arterei aferente, determină o presiune hidrostatică crescută (similară cu cea din staza venoasă) în capilarele glomerulare, ceea ce favorizează filtrarea glomerulară.

Corpusculii renali Malpighi sînt situaţi numai în corticală. Poziţia lor este însă diferită în raport cu localizarea lor în diferitele regiuni ale acesteia.

B. **Tubul urinifer.** Tubii uriniferi, porţiunile scretorii ale nefronului, sînt elementele fundamentale, ele fiind mai importante funcţional decît glome-

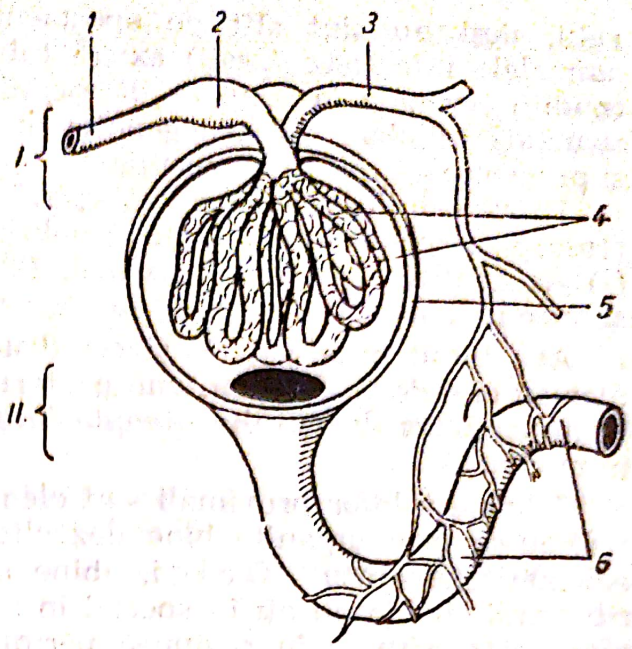


Fig. 47 Prima porţiune a nefronului
I — *polul apical al glomerulului*; II — *polul bazal al glomerulului.*
1 — Arteriolă aferentă; *2* — Bulb arteriolar; *3* — Arteriola eferentă; *4* — Anse capilare glomerulare; *5* — Capsula lui Bowman; *6* — Tubul contort proximal.

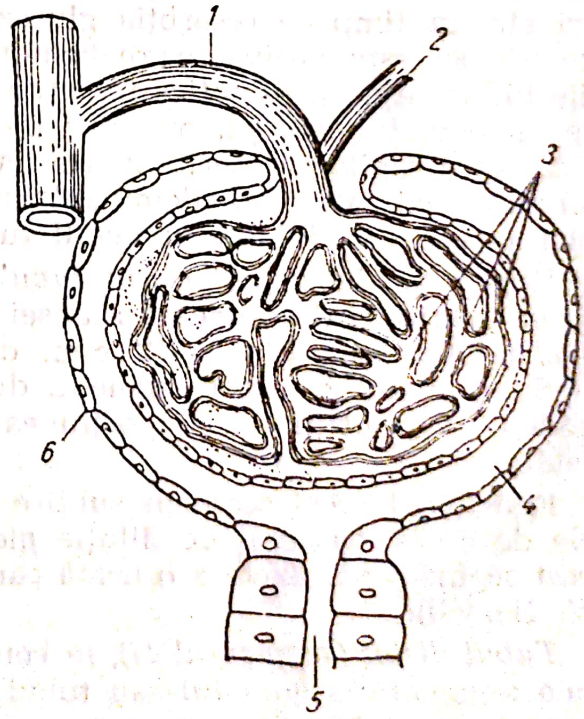


Fig. 48 Schema nefronului
1 — Arteriolă aferentă; *2* — Arteriolă eferentă; *3* — Anse capilare; *4* — Spaţiu glomerular; *5* — Tubul contort proximal; *6* — Capsula lui Bowman.

Scanned with OKEN Scanner

rulii, deşi nu sînt atît de spectaculoase morfologic (W. B o y d). La animalele inferioare (peşti) există tubi uriniferi lipsiţi de glomeruli; în condiţii normale însă nu se găsesc niciodată glomeruli lipsiţi de aceste structuri tubulare. Şi histogenetic dezvoltarea tubilor este mai precoce şi premerge pe cea a glomerulilor.

Tubul urinifer, conform concepţiei actuale, bazată pe cercetări de microscopie electronică şi citoenzimologie este format din trei segmente: (1) segmentul sau tubul proximal, (2) segmentul intermediar sau tubul subţire în „ansă" şi (3) tubul sau segmentul distal.

Atît tubul proximal cît şi cel distal, legaţi prin segmentul intermediar au cîte două porţiuni, una contortă sau încolăcită, situată în corticală juxtaglomerular şi alta dreaptă localizată ca şi segmentul intermediar în medulară.

Celulele tubilor proximali sînt elemente active metabolic, ele caracterizîndu-se prin organite bine dezvoltate şi printr-un bogat echipament enzimatic. Aparatul G o l g i, bine dezvoltat, este situat juxtanuclear, ribosomii sînt localizaţi în special în spre polul apical. Mitocondriile sînt numeroase, situate în regiunea perinucleară şi determină aspectul granular al citoplasmei; cînd mitocondriile sînt alungite, ele dau citoplasmei bazale un aspect striat, de asemenea caracteristic. Sistemul enzimatic al epiteliului proximal este reprezentat prin fosfatazele alcalină şi acidă, prin 5-nucleotidază, enzimele oxidative mitocondriale; aceste celule prezintă şi o puternică activitate a ATP-azei, care asigură energia necesară activităţilor celulare.

La nivelul tubului contort proximal se resoarbe aproximativ 80—85% din apa prezentă în urina primitivă ca şi glucoza, o parte din aminoacizi etc. În timp ce resorbţia glucozei, a aminoacizilor etc. este activă, cea a apei este pasivă, ea realizîndu-se datorită diferenţelor între presiunile hidrostatice şi osmotică intratubulară şi intracapilară, şi anume dintre lumenul tubular (cu presiune hidrostatică mai mare şi osmotică mai mică) spre capilarele peritubulare (cu presiune hidrostatică mai mică şi osmotică mai mare); predominanţa presiunii osmotice la nivelul capilarelor atrage lichidul din lumenul tubular în capilarele peritubulare.

Segmentul intermediar sau tubul subţire este reprezentat prin porţiunea subţire şi descendentă a ansei H e n l e. După un traiect descendent relativ lung (de 2—12 mm, după localizarea nefronului şi după specia animalului), acest segment, după ce formează o ansă, devine ascendent şi se continuă cu porţiunea dreaptă (ascendentă) a tubului distal.

Funcţional acest segment subţire sau intermediar participă în procesele de concentraţie şi de diluţie ale urinei, numai animalele care au acest segment pot excreta o urină care este mai hipertonică decît sîngele (W. B o y d).

Tubul distal (segmentul II), în concepţia actuală, este şi el format din două segmente: segmentul sau tubul drept (fosta porţiune groasă ascendentă a ansei H e n l e situat în medulară cu o lungime de aproximativ 9 mm) şi tubul contort distal (cu o lungime de 4,5—5 mm), situat în corticală, juxtaglomerulară în raport cu polul vascular, deci cu arteriolele glomerulare. Limita dintre tubul distal drept şi cel contort este

marcată de prezența unei structuri epiteliale de tip special, numită „macula densa" și care face parte din complexul juxtaglomerular.

Celulele tubului distal sînt activ metabolice, ele avînd un bogat echipament enzimatic, printre enzimele cele mai active fiind fosfataza alcalină și succindehidrogenaza. Epiteliul tubului distal participă atît în procesele de resorbție a apei, cît și în cele de secreție și sinteză.

Complexul juxtaglomerular este reprezentat prin trei structuri de tip particular: (1) *aparatul juxtaglomerular* localizat la nivelul arteriolei glomerulare aferente; (2) *perna* (perniță) polară („polar cushion") situată în unghi format de cele două artere glomerulare și (3) *macula densă*, structură epitelială, situată la limita dintre porțiunea dreaptă (ascendentă) și cea contortă a tubului distal, în raport intim cu arteriola aferentă.

Se consideră că pe lîngă funcția lor secretorie, de elaborare a *reninei*, complexul juxtaglomerular are și semnificația unui receptor *bazosenzitiv* și/sau *chemosenzitiv* (I. D i c u l e s c u) participînd în reglarea circulației glomerulare.

Nefronul este exemplu tipic de structură adaptată funcției de excreție; prin structura sa el explică de ce la nivelul corpusculilor Malpighi este posibilă numai funcția de filtrare, iar la nivelul tubilor uriniferi se îndeplinește funcția de reabsorbție a apei și funcția de secreție.

STRUCTURA FUNCȚIONALĂ A APARATULUI LOCOMOTOR

I. OSUL

Țesuturile osoase sînt structuri adaptate, în principal, pentru funcția de suport și protecție. Țesuturile osoase sînt structurate ca și cele cartilaginoase, cu predominanța substanței fundamentale. Proprietățile țesutului osos sînt determinate de caracterele substanței intercelulare, care este mineralizată și în consecință solidă și rigidă. Țesutul osos, în mod normal, este organizat de structuri bine definite — oasele — care reprezintă partea pasivă a aparatului locomotor.

Țesutul osos este alcătuit din celule, și substanță intercelulară (fig. 49). Această substanță intercelulară la rîndul ei este formată dintr-un sistem fibrilar și dintr-o substanță amorfă, substanța fundamentală.

Celulele osoase sînt de origine mezenchimatoasă. Ele sînt de două

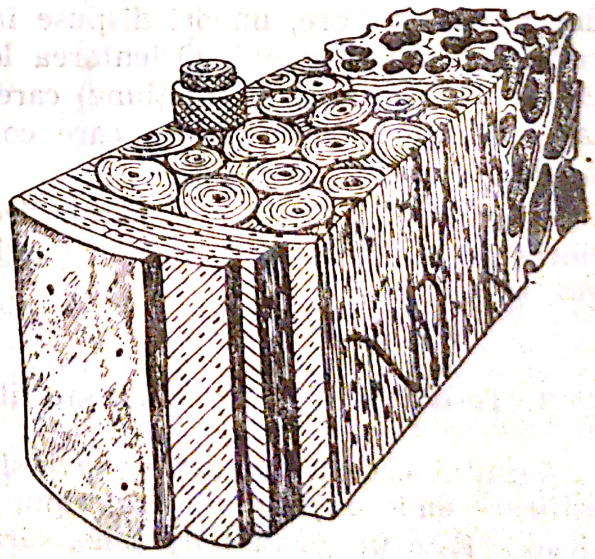


Fig. 49 Schema structurii macro și microscopice a țesutului osos

Scanned with OKEN Scanner

tipuri, unele formatoare de os, — osteoblastele, celule tinere și osteocitele, celule mature, precum și celule distrugătoare de os, numite osteoclaste.

Substanța intercelulară este formată din substanța fundamentală mineralizată și din sistemul fibrilar.

Substanța fundamentală este constituită dintr-o componentă organică, care este studiată pe țesuturi decalcifiate și dintr-una minerală, (sau anorganică) studiată pe osul calcinat (prin ardere).

a). *Componenta organică*, numită în mod comun și oseină, apare la microscopul optic ca o masă amorfă, însă în realitate, și faptul a fost demonstrat prin microscopia electronică, are o structură fin granulară sau filamentoasă, determinată de prezența condroitin-sulfaților. Ea reprezintă aproximativ 34% din masa totală a substanței fundamentale.

Componenta organică a substanței fundamentale este alcătuită din oseină și osteomucoid, legate atît între ele cît și cu sistemul fibrilar prin puternice legături ionice. Oseina este o scleroproteină de tip particular, insolubilă la rece în apă, acizi și alcali, dar care prin fierbere prelungită în apă se transformă în gelatină. Pe de altă parte, osteomucoidul este un complex proteinopolizaharidic, avînd o constituție asemănătoare cu condromucoidul, din care și derivă. Osteomucoidul conține chondroitin-sulfați, care deși se găsesc într-o cantitate relativ mică au un semnificativ rol funcțional.

b) *Componenta minerală* (anorganică) reprezintă aproximativ 66% din greutatea osului, ea fiind mai redusă la embrioni și la nou născuți, ca și în unele condiții patologice (osteomalacia). Este reprezentată în principal prin fosfat și carbonat de calciu care au structura apatitei, ele fiind hidroxiapatite. Se mai găsesc în cantități mici și magnezium, fluor, sulf etc.

Sistemul fibrilar este reprezentat în esență prin structuri colagene, cele elastice fiind puțin numeroase. Structurile colagene sînt constituite din fibrile și fibre, uneori dispuse în mici fascicole și constituie, în totalitate, osteocolagenul. Orientarea lor este condiționată de forțele mecanice (de presiune și tracțiune) care se exercită asupra osului; osteocolagenul constituie armătura care conferă rezistența caracteristică țesuturilor osoase.

În cadrul țesutului osos matur deosebim țesutul osos nehaversian sau fibros și cel haversian, care se prezintă sub formă de țesut osos spongios și compact.

1. Țesutul osos nehaversian sau fibros

Țesutul osos fibros sau nehaversian se dezvoltă prin mecanismul de osificare endoconjunctivă, prototipul său fiind reprezentat prin osul periostal. Este un țesut dur, dens, sărac sau lipsit de spații conjunctivo-vasculare. Celulele osoase sînt relativ puțin numeroase. În esență este format din numeroase fascicole colagene, care reprezintă continuarea di-

Scanned with OKEN Scanner

rectă a celor din țesutul conjunctiv periosos: fibrele Sharpey (A. Policard).

Acest os fibros nehaversian, numit și os periostal, formează stratul superficial al diafizelor oaselor lungi, a oaselor late și scurte.

2. Țesutul osos haversian

Țesutul osos haversian se prezintă sub 2 variante, țesutul osos spongios (sau areolar) și țesutul osos compact (dens). Atît țesutul osos spongios cît și cel compact pot lua naștere fie prin osificarea endoconjunctivă, fie prin cea endocondrală. Diferențele structurale dintre aceste două tipuri de țesut osos sînt determinate de dispoziția arhitecturală a elementelor constitutive și de raportul dintre spațiile medulare și componenta osoasă.

Țesutul osos spongios se găsește la nivelul epifizelor oaselor lungi cît și în porțiunea centrală a oaselor late (diploea) și a celor scurte.

Țesutul osos spongios (care poate fi de tip imatur sau matur) are în mod caracteristic un aspect „spongios" („buretos") vizibil și macroscopic. Aspectul spongios este determinat de existența unor spații (cavități, areole) de mărimi și forme variate, de obicei intercomunicante, pline cu măduvă roșie hematoformatoare, spații areolare delimitate de trabecule osoase.

Țesutul osos compact (Fig. 50), reprezintă o structură perfecționată și caracterizată prin predominanța componentei osoase dispusă sub formă de lamele în jurul spațiilor medulare conjunctivo-vasculare, care sînt reduse la dimensiunile unor canale. Deși poate fi și de origine endoconjunctivă, osul compact sau dur, în mod inițial provine mai frecvent consecutiv unei osificări endocondrale.

Osul compact are o structură cilindrică-lamelară, lamelele osoase fiind dispuse concentric, în jurul unor spații conjunctivo-vasculare, spații care iau astfel aspectul unor canale, numite canalele Havers sau haversiene. Aceste canale conțin pe lîngă elemente vasculo-nervoase și o cantitate redusă de țesut conjunctiv iar uneori chiar și cîteva elemente mieloide. Canalele haversiene reprezintă echivalentul spațiilor areolare din osul spongios, spații care consecutiv

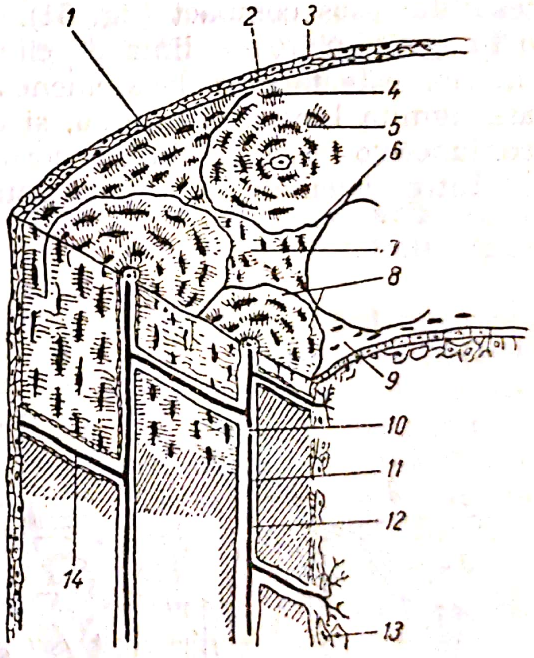


Fig. 50 Diagrama tri-dimensională: secțiune atît transversală cît și longitudinală printr-un os lung. Ilustrarea variatelor componente ale corticalei diafizare. Sînt demonstrate canalele lui Volkmann dispuse orizontal și perpendicular pe canalele Havers. (după V. Papilian)

1 — Stratul fibros al periostului; *2* — Stratul osteogen al periostului; *3* — Lamele circulare externe; *4* — Canalele lui Volkmann; *5* — Lacune conținînd osteocite; *6* — Canalicule; *7* — Linie de ciment; *8* — Os compact; *9* — Lamele interstițiale; *10* — Sistem Haversian; *11* — Lamele circulare interne; *12* — Vas sanghin și delimitarea endostală a canalului haversian; *13* — Vase sanghine în măduvă; *14* — Endost.

Scanned with OKEN Scanner

depunerii de lamele osoase sînt reduse la dimensiuni canaliculare. Canalele haversiene sînt longitudinale, ele străbat osul în toată lungimea sa și sînt legate între ele prin anastomoze transversale și oblice.

Diametrul canalelor Havers este în medie de 20—100 microni (cu variații între 10 și 350 microni). În jurul fiecărui canal se găsesc dispuse concentric un număr de 5—30 lamele osoase, media fiind între 8 și 15. Grosimea acestor lamele variază între 4 și 12 microni cu variații pînă la 30 microni.

Pe secțiuni transversale aceste canale au o formă rotundă sau ovalară, calibrul lor fiind inegal. În interiorul lor se găsesc următoarele elemente: o arteră mică sau un capilar, o venulă, un vas limfatic, fibre nervoase, precum și celule conjunctivale, fibre de colagen și de reticulină, iar uneori și celule tinere din seria granulocitară și eritrocitară.

Lamelele osoase au structura obișnuită, osteocitele fiind dispuse atît în grosimea lor cît și între ele. În cadrul acestui sistem lamelar, se realizează prin intermediul sistemului canalicular legături atît între osteoplastele din aceeași lamelă cît și cu cele din lamelele învecinate.

Canalul haversian împreună cu întregul sistem lamelar care îl înconjoară formează un sistem haversian sau un osteon (tub osos), sistemul haversian, respectiv osteonul reprezentînd unitatea morfo-funcțională a țesutului osos compact (fig. 51). Fiecare osteon este limitat periferic de o linie strălucitoare, linia de ciment formată din țesut osteoid, iar la interior este tapetat de asemenea de un strat de osteoid, care formează așa numita limitantă internă, și care separă sistemul lamelar de țesutul conjunctivo-vascular din interiorul tubului Havers.

Între sistemele haversiene sau osteoane (care sînt în număr de 5 la 15 pe un milimetru pătrat) se găsesc spații neregulate ocupate de lamele osoase arcuite (sau arciforme), constituind sistemele interhaversiene sau intermediare; aceste sisteme interhavesiene reprezintă resturi ale unor canale haversiene remaniate.

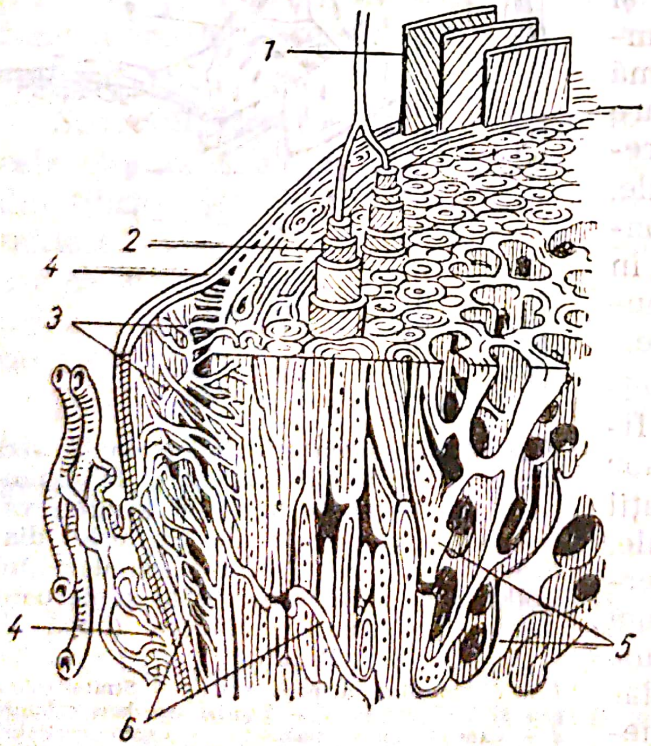


Fig. 51 Structura osului
1 — lamele osoase; *2* — osteonul; *3* — fibrele lui Sharpey; *4* — periost; *5* — spongioasa; *6* — canalele lui Volkmann.

Cele două funcții majore ale țesutului osos sînt funcția mecanică și cea metabolică, osul reprezentînd principalul rezervor de calciu și fosfor a organismului.

II. ARTICULAȚIILE

Studiul histologic al articulațiilor (*articulare* = a lega) este necesar atît pentru înțelegerea modului de func-

Scanned with OKEN Scanner

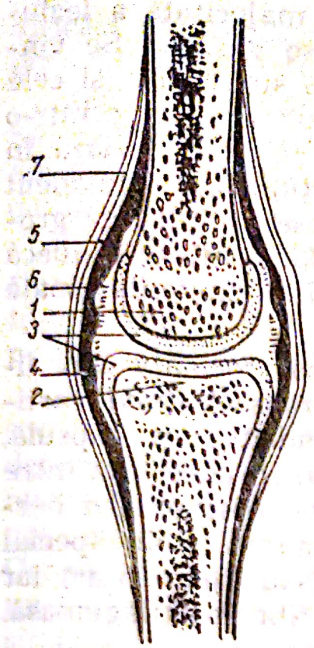


Fig. 52 Schema generală a unei articulații (după K. Tittel)

1—2 — suprafețele osoase; *3* — cartilajul hialin; *4* — cavitatea sinovială; *5—6* — membrana sinovială; *7* — ligamentul articular.

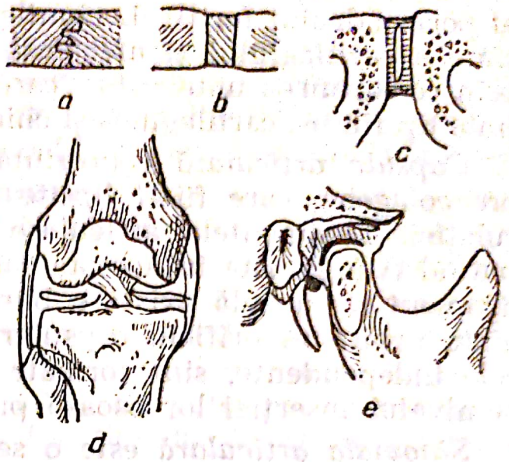


Fig. 53 Diferite tipuri de articulații

a) — Sutură dințată; *b)* — Sinchondroză; *c)* — Diartroamfiartroza pubiană; *d)* — Diartroză cu menisc (articulația genunchiului); *e)* — Diartroză cu menisc (articulația temporo-mandibulară)

țiune cît și pentru clarificarea naturii diferitelor afecțiuni articulare, care constituie una din principalele cauze de infirmitate ale omului modern.

Articulația (fig. 52), este o formațiune anatomică constituită dintr-un sistem de structuri care leagă între ele două sau mai multe oase. Există două mari grupe de articulații (fig. 53): (1) diartrozele sau articulațiile sinoviale (cu sinovială) și (2) sinartrozele. În diartroze oasele participante rămîn separate, în aceste articulații fiind posibile mișcări extinse și variate, în timp ce în sinartroze oasele sînt sudate sau solidarizate, ele fiind articulații lipsite de mișcări sau mișcările de la nivelul lor sînt (foarte) limitate.

Cartilagiul articular este de tip hialin și este format din trei straturi: (1) stratul superficial alcătuit din celule mici și turtite, dispuse paralele cu suprafața articulară; (2) stratul mediu, reprezentat prin celule mari și rotunde așezate în coloane longitudinale, și perpendiculare pe suprafața articulară și (3) stratul profund, constituit din celule care conțin fosfataze, substanța lor intercelulară fiind calcificată.

Sudarea cartilagiului articular de epifize se realizează la nivelul zonei profunde calcificate prin intermediul unor interdigitații de asemenea calcificate.

Integritatea morfo-funcțională a cartilagiului articular este asigurată prin hrănirea lui adevărată prin intermediul lichidului sinovial, deși în regiunile periferice nutriția acestui cartilagiu este asigurată și de vasele din sinovială. Fiind un țesut avascular, capacitatea de regenerare a car-

Scanned with OKEN Scanner

tilagiului articular este nulă, nesemnificativă. Marea majoritate a leziunilor sale superficiale (traumatice sau de uzură) nu se vindecă. Se vindecă numai leziunile superficiale situate în apropierea sinovialei și cele profunde. Leziunile superficiale adiacente sinovialei se vindecă printr-o proliferare de sinoviocite sau celule sinoviale, care se metaplaziază în condrocite (sinoviala fiind interpretată ca reprezentînd un echivalent al pericondrului fertil). Leziunile profunde care interesează întreaga grosime a cartilagiului și afectează și țesutul epifizar adiacent, se vindecă prin constituirea unui calus, care, în raport cu condițiile existente, poate fi de tip fibros, cartilaginos și chiar osos.

Capsula articulară reprezintă o structură fibroasă, formată din fibre colagene, care fiind lipsite de elasticitate, asigură stabilitatea articulației. Ligamentele articulare sînt structuri dependente de capsulă, putînd fi înglobate în aceasta sau independente de ea; în acest caz între ligament și capsulă există o bursă seroasă, expansiune a sinovialei herniată printr-un orificiu capsular. Uneori aceste ligamente, și în special cele independente, sînt formate din țesut tendinos (sau ligamentar) iar la nivelul inserției lor osoase prezintă o modificare fibro-cartilaginoasă.

Sinoviala articulară este o seroasă de tip particular și reprezintă o structură caracteristică diartrozelor. Ea are structura unei membrane alcătuită din două straturi: stratul bordant care delimitează cavitatea articulară și stratul subsinovial, între acestea neexistînd o limită precisă. Stratul subsinovial de natură conjunctivo-grăsoasă este relativ sărac vascularizat și paucicelular, elementele celulare fiind reprezentate mai ales prin fibroblaste și histiocite.

Stratul bordant, bogat vascularizat, reprezintă structura funcțională a sinovialei și se prezintă sub aspectul unui „epiteliu uni- sau bistratificat". Celulele acestui strat bordant sînt mari, bazofile și cu nuclei voluminoși; ele prezintă prelungiri citoplasmatice care pot conține vacuole. Din punct de vedere ultrastructural celulele stratului bordant nu sînt uniforme, deosebindu-se celule de tip A, bogate în lizosomi, cu proprietăți predominante de liză tisulară (inclusiv de cartilagiu) și de fagocitoză și celulele de tip B, care ultrastructural sînt similare cu elementele producătoare de proteine (plasmocitele) și elaborează probabil acidul hialuronic.

În cavitatea articulară pătrund expansiuni ale membranei sinoviale care sînt de două tipuri: vilozitățile sinoviale formate numai din stratul bordant și ciucurii vasculo-grăsoși alcătuite din ambele straturi consecutive ale sinovialei.

Sinartrozele (*syn* = împreună). Principalele tipuri de sinartroze sînt: (1) *sindesmozele* (*desmosis* = bandă de țesut dens) caracterizate prin faptul că sudura dintre oase se realizează prin țesut conjunctiv dens, fibros; (2) *sincondrozele* în care unificarea se face prin țesut cartilaginos și (3) *simfizele* (*symphysis* = creștere împreună) reprezintă un tip mixt de sinartroză, suprafețele osoase fiind acoperite de cartilagiu, însă sudarea se realizează prin țesut conjunctiv dens fibros.

Din grupa simfizelor, care reprezintă o sinartroză de tip fibrocartilaginos, fac parte articulațiile intervertebrale și simfiza pubiană, structuri cu o importanță deosebită și în condiții fiziologice, și ale căror mo-

Scanned with OKEN Scanner

dificări patologice sînt determinante de mari suferințe și un important grad de invaliditate (herniile de disc).

Articulațiile intervertebrale. Suprafețele articulare ale corpurilor vertebrale sînt acoperite de cartilagiu hialin, legătura dintre două suprafețe adiacente realizîndu-se printr-o structură de tip particular numită discul intervertebral.

Discul intervertebral este format dintr-un inel periferic de țesut fibros dens (inelul fibros) și dintr-un nucleu central, reprezentat printr-un material păstos, semivîscos (după unii chiar lichid) numit nucleul pulpos. Nucleul pulpos reprezintă, în realitate, un rest din notocord.

Modificările nucleului pulpos au consecințe importante. Astfel, consecutiv pierderii de apă, nucleii pulposi la bătrîni devin mici, fapt care determină o scurtare a coloanei vertebrale. Apoi, deplasarea și hernierea nucleului pulpos prin inelul fibros în interiorul canalului rahidian, reprezintă substratul morfolezional al afecțiunii numite hernie de disc. Consecutiv comprimării rădăcinilor nervilor rachidieni prin hernierea nucleului pulpos, hernia de disc este însoțită de puternice și neplăcute sindroame dureroase ca și de impotență funcțională și variate grade de invaliditate temporară sau chiar permanentă.

III. MUȘCHII

Celulele musculare sînt elementele contractile ale mușchilor. Această adaptare funcțională s-a realizat printr-o restructurare a celulelor musculare: alungirea celulelor, de unde și numele de fibre musculare, apariția de organite specializate, miofibrilele etc. Toate țesuturile musculare sînt structuri bine inervate, cu excepția celui muscular neted și bine vascularizate. Elementele musculare sînt înconjurate de o „atmosferă" complexă mucopolizaharidică și conjunctivă,. prin care se realizează nu numai nutriția lor, dar și solidarizarea fibrelor în cadrul mușchiului. Din acest motiv țesuturile musculare nu sînt structuri „pure", deoarece componenta mucopolizaharidică și conjunctiva nu pot fi decît arbitrar separate de celula musculară.

Există două grupe mari de țesuturi musculare, unele netede, celelalte striate. La rîndul lor țesutul muscular neted este de tip scheletal și cardiac. Fibrele musculare netede se caracterizează prin miofibrile omogene și nucleul situat central; contracțiile lor sînt involuntare. Țesutul muscular striat este constituit din miofibrile heterogene. În cazul fibrelor musculare cardiace există numai un unic nucleu situat central, contracția lor fiind involuntară. Nucleii fibrelor musculare scheletale sînt multipli și situați periferic, contracția lor fiind de tip voluntar.

Țesutul muscular neted la om (și vertebrate) formează musculatura viscerală, constituind stratul muscular al tractului gastro-intestinal și al arterelor, ca și peretele uterului etc. Unitatea morfo-funcțională este celula sau fibra musculară netedă. Deși uneori aceste celule sînt dispuse și în mod izolat (mușchiul dartos), în mod obișnuit ele sînt regulat structurate în straturi (pături) și fascicole (benzi).

Scanned with OKEN Scanner

Caracterele generale ale fibrei musculare striate scheletale

Fibrele musculare striate se prezintă sub forma unor cordoane cilindrice sau poligonale, de lungimi variate, cu extremităţile rotunjite sau ascuţite (rar ramificate ca şi în cazul celor din limbă) (fig. 54). Diametrul lor variază între 10 şi 100 microni, lungimea lor fiind de 3—4 cm, rar ajungînd la 12 cm. Cu excepţia muşchilor foarte scurţi, lungimea fibrelor este mai mică decît a muşchiului. Se consideră, pe baza cercetărilor făcute pe muşchiul de iepure, că există, în raport cu lungimea lor, trei tipuri de fibre musculare: (1) fibre care au lungimea muşchiului, ele extinzîndu-se de la un capăt la celălalt; (2) fibre care pornesc de la un capăt al inserţiei (tendon, periost) şi se termină în masa musculară şi (3) fibre situate cu toată lungimea lor în masa musculară, fără a avea legături cu extremităţile muşchiului. Pe de altă parte, grosimea fibrelor este influenţată de factori hormonali (ele fiind mai groase la bărbat decît la femeie, la bărbatul adult decît la adolescent) cît şi de excitaţiile fizice. La bătrîni şi în condiţii de inactivitate, fibrele musculare striate se atrofiază.

Fibra musculară striată este delimitată de o membrană complexă, numită în mod comun, *sarcolemă* şi dintr-o abundentă masă citoplasmatică care se colorează în roşu cu eozină. Nucleii sînt multipli şi situaţi periferic. În partea centrală a sarcoplasmei sînt situate miofibrilele, caracterizate printr-o striaţie dublă: una longitudinală, determinată de dispoziţia miofibrilelor în fascicole longitudinale şi paralele, şi alta transversală consecutivă alternării regulate de discuri clare şi întunecate. În secţiuni longitudinale, fasciloleie paralele de miofibrile se prezintă sub aspectul unor coloane, coloanele L e y d i g, care în secţiuni transversale se prezintă ca şi nişte cîmpuri poligonale, formate din structuri punctiforme (miofibrile secţionate transversal), cîmpurile C o n h e i m.

Miofibrilele sînt organitele caracteristice fibrelor musculare striate, ele reprezentînd structurile contractile şi sînt interpretate ca elemente diferenţiate ale sarcoplasmei.

Miofibrilele sînt structuri heterogene, ele fiind formate dintr-o alternanţă regulată de discuri clare sau I (izotrope şi monorefringente şi de discuri întunecate sau A (anizotrope şi birefringente). Aceste discuri clare şi întunecate sînt situate „în registru“ (la acelaşi nivel), fapt care determină striaţia transversală caracteristică a acestor fibre musculare. Diame-

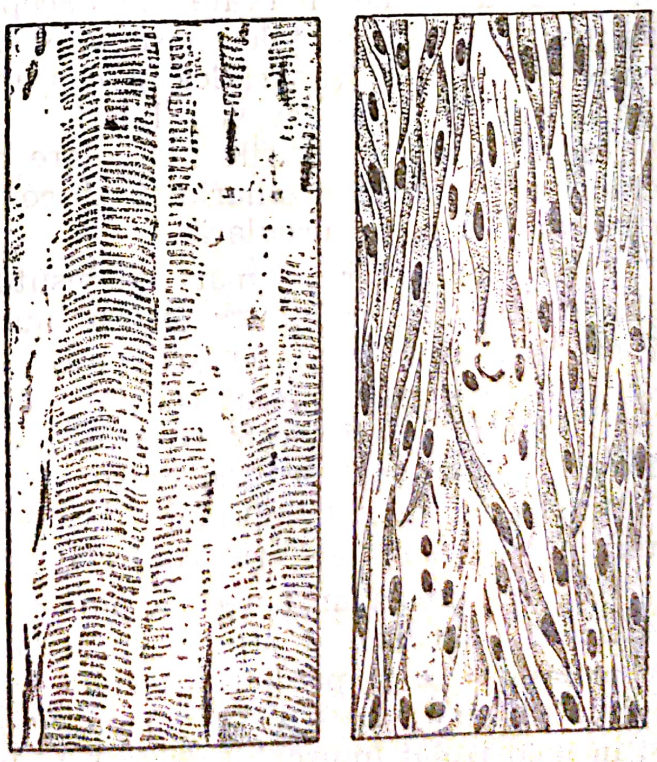


Fig. 54 Fibra musculară striată

Scanned with OKEN Scanner

trul miofibrilelor este 1—2 microni, deşi există şi elemente cu un diametru numai de 0,2 microni.

Fiecare disc clar este împărţit în două segmente egale printr-o membrană întunecată, numită membrana Z (Zwischenscheibe) sau stria Amici. Membranele Z din miofibrilele adiacente se găsesc în continuare, ele se inseră, în final, pe sarcolemă, şi la nivelul lor se inseră miofilamentele, unităţile structurale ale miofibrilelor. La rîndul lor, fiecare disc întunecat A este şi el împărţit în 2 segmente egale printr-o bandă clară, numită stria sau zona Hensen sau H. Astfel, miofibrilele sînt constituite din alternarea regulată de discuri clare (I) divizate prin membrana Z, şi de discuri întunecate (A) împărţite în 2 segmente egale prin zona H (Hensen).

Miofibrilele sînt formate din unităţi cilindrice, cu o lungime de 2,5 la 3 microni, numite *sarcomere* sau căsuţele Krause. Aceste sarcomere reprezintă unităţile morfo-funcţionale, la nivelul microscopului optic, ale fibrei musculare striate. Un sarcomer este segmentul dintr-o miofibrilă delimitat sau cuprins între două membrane Z. Astfel, un sarcomer delimitat de două membrane Z, este format dintr-un segment de disc clar, — I (la o extremitate), dintr-un disc întunecat, — A în întregime (situat central) şi dintr-un alt segment de disc clar, — I (la cealaltă extremitate). Cu alte cuvinte, un sarcomer este format dintr-un disc întunecat sau A, flancat bilateral de cîte o jumătate de disc clar sau I şi respectiv de două membrane Z.

Ultrastructura miofibrilelor. La nivel ultrastructural, miofibrilele sînt formate din unităţi filamentoase, numite *miofilamente* sau fibrile elementare. Miofilamentele sînt constituite din proteinele contractile, din actină şi miozină, şi ele reprezintă în realitate unităţile morfo-funcţionale ale fibrei musculare striate. Există două tipuri de miofilamente: (1) miofilamente actinice sau „subţiri" cu un diametru de 50 Å şi (2) miofilamente miozinice sau „groase" al căror diametru este de 100 Å.

Muşchii striaţi reprezintă modul de structuralizare anatomo-fiziologică a ţesutului muscular striat. Ca şi ţesutul muscular striat (care nu este un ţesut pur) muşchii scheletici sînt formaţi dintr-o componentă musculară (cea mai importantă şi abundentă) şi dintr-una conjunctivă; componenta conjunctivală variază de la muşchi la muşchi, ea fiind cea care dă tăria şi consitenţa lor (deoarece colagenul este mai solid decît fibra musculară striată, care are o citoplasmă fragilă).

Componenta conjunctivală din muşchii striaţi este reprezentată prin trei structuri şi anume:

Epimisium este teaca, capsula conjunctivală care învelește întregul muşchi (ca structură anatomică); *endomisium* este reprezentat de o fină teacă conjunctivală, evidenţiată mai ales prin capilarele pe care le conţine, şi care înconjoară în mod individual fiecare fibră musculară; acest endomisium nu trebuie confundat cu componenta conjunctivă a sarcolemei. Întreaga masă musculară este divizată în fascicole mai subţiri, (primare, sau mai groase, secundare, respectiv terţiare) prin fascicole conjunctivo-elastice, care formează *perimisium*.

Scanned with OKEN Scanner

Toate aceste trei structuri conjunctivale, — epimisium, perimisium și endomisium, — sînt în continuitate atît între ele cît și cu țesutul conjunctiv din structurile asupra cărora mușchiul va acționa (tendon, aponevroză, periost, rafeu conjunctiv, dermul tegumentar etc.).

Vascularizația mușchiului striat

Contracția mușchilor striați implică desfășurarea unor intense activități metabolice asociate cu un mare consum de oxigen, ceea ce necesită o vascularizație abundentă.

Arterele și arteriolele care pătrund în mușchi au o direcție transversală, însă capilarele sînt dispuse paralele între fibrele musculare (avînd o direcție longitudinală). Aceste capilare sînt legate prin anastomoze transversale, care mai ales în mușchii roșii prezintă mici dilatații fusiforme sau ampulare, în care se acumulează sîngele în decursul contracției.

În mușchiul în repaus numai o parte din capilare sînt deschise (sînt deci funcționale), majoritatea lor fiind închise. În decursul contracției prin creșterea debitului sanguin are loc deschiderea și dilatarea de noi capilare, sporind astfel patul funcțional capilar.

Venele au același traiect ca și arterele, iar limfatice se găsesc numai în perimisium și în epimisium.

Inervația mușchilor striați

A. **Inervația motorie** (**sau aferentă**). Fibrele nervoase motorii ajung la nivelul fibrelor musculare striate prin intermediul țesutului conjunctiv. Una și aceeași fibră nervoasă inervează un număr variat de fibre musculare, răspîndite în întregul mușchi. Totalitatea fibrelor musculare inervate de aceeași fibră nervoasă, împreună cu această fibră (nervoasă) constituie o unitate motorie.

În mușchii care execută mișcări fine (mușchii extrinseci ai globului ocular) unitatea motorie este formată dintr-o fibră musculară și una nervoasă; deci fiecare fibră musculară este inervată de o unică fibră nervoasă. Unitățile motorii din mușchii care execută mișcări mai grosolane, sînt formate dintr-un număr variabil de fibre musculare răspîndite în întregul mușchi; deci o unică fibră nervoasă inervează un număr variat de elemente musculare, dispersate în întreaga masă a mușchiului.

Distribuția largă a fibrelor musculare din aceeași unitate motorie reprezintă un fapt important în capacitatea mușchiului de a se contracta cu grade diferite de intensitate. Intensitatea contracției unui mușchi depinde de numărul de fibre care sînt excitate pentru a se contracta. Astfel într-o contracție redusă (de intensitate mică) participă numai un număr (relativ) mic de fibre musculare și în acest caz este util și necesar ca fibrele respective să fie reprezentative pentru întregul mușchi, pentru ca contracția lui să fie cît mai generalizată (și nu localizată). Cu alte cuvinte, datorită distribuției fibrelor musculare dintr-o unitate motorie în întreaga masă musculară, în activitățile musculare reduse, con-

Scanned with OKEN Scanner

tracţia musculară va fi generalizată (sau relativ generalizată) şi nu localizată (la o anumită regiune a muşchiului).

Joncţiunea neuro-musculară. Legătura dintre fibra nervoasă şi cea musculară striată se realizează la nivelul unor formaţiuni speciale, numite plăci motorii; joncţiunea neuro-musculară este interpretată ca un tip special de sinapsă, sinapsa neuro-musculară.

Placa motorie sau sinapsa neuro-musculară este formată din două componente, una nervoasă care alcătuieşte membrana presinaptică, şi alta musculară, care constituie membrana postsinaptică.

B. **Receptorii musculari.** În muşchii striaţi există trei tipuri de receptori senzitivi şi anume: fusul neuro-muscular (în muşchi), organul neurotendinos Golgi (în tendon) şi elemente nervoase libere (în epimisium).

Fusul neuro-muscular, (fig. 55, 56) are o componentă musculară reprezentată prin 2—10 fibre musculare subţiri şi bogate în sarcoplasmă, care în porţiunea centrală se împart (fiecare fibră) în 2—3 fibre secundare; aceste fibre secundare sînt de tip embrionar; nucleii sînt situaţi central, miofibrilele sînt puţin numeroase şi lipsite de striaţiuni transversale. Componenta nervoasă este reprezentată printr-un număr de fibre nervoase care se încolăcesc în jurul fiecărei fibre musculare. Întreaga structură este delimitată de o teacă sau capsulă lamelară.

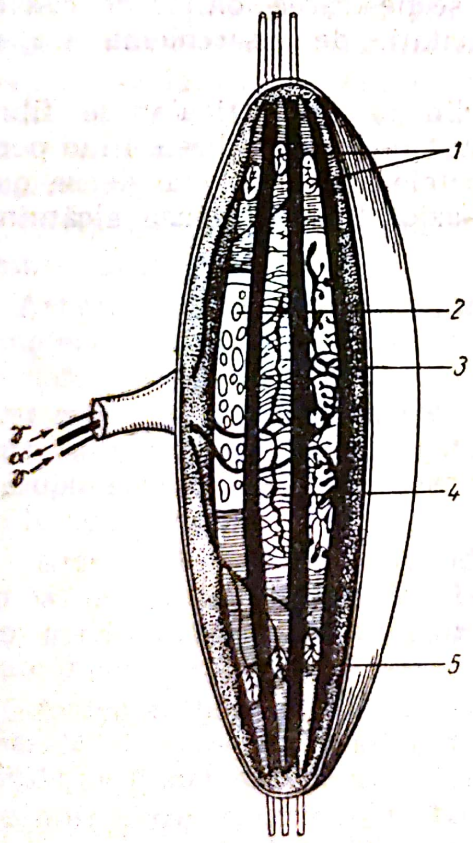


Fig. 55 Schema fusului neuromuscular

1 — Plăci motorii; *2* — Terminaţia sensitivă vezicular; *3* — Terminaţia sensitivă în formă de ciorchină de struguri; *4* — Spirale inelare; *5* — Placă motorie

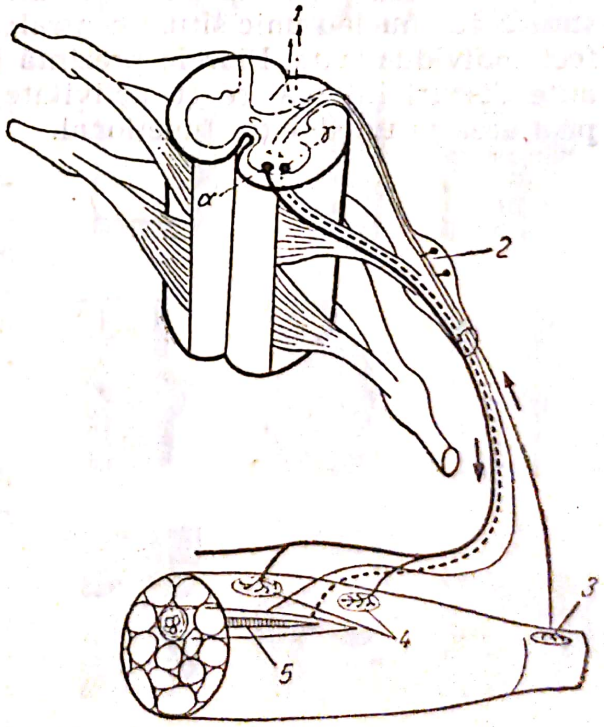


Fig. 56 Conexiunile fusului neuromuscular

1 — Fascicolele spino-bulbare; *2* — Ganglionul spinal; *3* — Proprioceptor neuromuscular; *4* — Plăci motorii; *5* — Miofibrile; α — Neuron alfa; γ — Neuron gama.

Scanned with OKEN Scanner

Aparatul sau organul neuro-tendinos Golgi. Prezenţi în toţi muşchii aceşti receptori sînt situaţi în zona de tranziţie dintre fibrele musculare şi cele tendinoase. Sînt delimitaţi de o structură capsulară şi formaţi dintr-un aparat central reprezentat din fibre tendinoase fuzionate. În jurul acestora se găseşte o bogată reţea neurofibrilară provenită din ramificarea unor fibre mielinice.

Structuri (terminaţii) nervoase libere. Se găsesc situate în structurile conjunctivale ale muşchilor şi sînt de obicei dispuse în apropierea sau în jurul vaselor.

Histo-fiziologia receptorilor senzitivi. Excitarea fusului neuro-muscular este determinată de contracţiile izotonice, aceşti receptori transmit informaţii asupra creşterii diametrului muşchilor contractaţi şi asupra atitudinii lor. De contracţiile izometrice sînt legate aparatele neuro-tendinoase. Excitarea acestor receptori este determinată de gradul tensiunii pe care fibrele musculare o exercită asupra tendonului. Terminaţiile nervoase libere par a fi responsabile de durerea musculară determinată prin comprimarea masei musculare sau a tendonului.

Menţionăm totodată că la nivelul fibrei striate există două sisteme tubulare: sistemul longitudinal L derivat al reticulului sarcoplasmic şi sistemul transversal T de origine sarcolemică. La nivelul membranei Z între cele două sisteme se stabilesc relaţii structurale de tip diadă şi triadă. Sistemul longitudinal L e legat de sechestrarea ionilor de calciu, iar sistemul T este legat de transmiterea excitaţiei de la sarcolemă la aparatul fibrilar, cu eliberare a calciului.

Ţesutul muscular cardiac este alcătuit din un tip particular de fibră striată cu nucleu unic situat central; nu este un sinciţiu fibrele fiind perfect individualizate. Fibrele prezintă la capetele lor forme mai dense numite discuri intercalare cu activitate ATP-azică foarte intensă alcătuind prin aceasta un sinciţiu funcţional.

Scanned with OKEN Scanner

ANATOMIA FUNCȚIONALĂ A MUȘCHILOR SOMATICI

Musculatura somatică se grupează în jurul articulațiilor, asigurînd toate mișcările posibile în funcție de tipul de articulație. Fiecare mușchi poate participa în totalitate sau numai parțial la executarea mișcărilor, iar împreună cu alți mușchi de la nivelul articulațiilor formează o *grupă musculară funcțională*.

Pentru practica educației fizice și a sportului, precum și în gimnastica terapeutică este important să cunoaștem musculatura pe grupe funcționale, iar prin înlănțuirea acestora — să cunoaștem activitatea *lanțurilor musculare*.

Articulațiile se prezintă sub mai multe forme (fig. 57).

Articulațiile *uniaxiale* (cot, interfalangiene) au un singur grad de libertate: flexia și extensia, — care sînt asigurate de două grupe musculare antagoniste, dintre care una apropie segmentele osoase, iar cealaltă le depărtează.

Articulațiile *biaxiale* (condiliene, în șa) avînd două grade de libertate, vor avea patru grupe musculare, grupate două cîte două.

Articulațiile *triaxiale* (scapulo-humerală și coxo-femurală) avînd trei grade de libertate, vor avea șase grupe musculare funcționale. La acest tip de diartroză sferoidală sînt posibile mișcări în mai multe axe, pe lîngă cele trei axe fundamentale, orientate în cele trei direcții spațiale. Aceste mișcări în afara axelor fundamentale sînt asigurate de aceleași

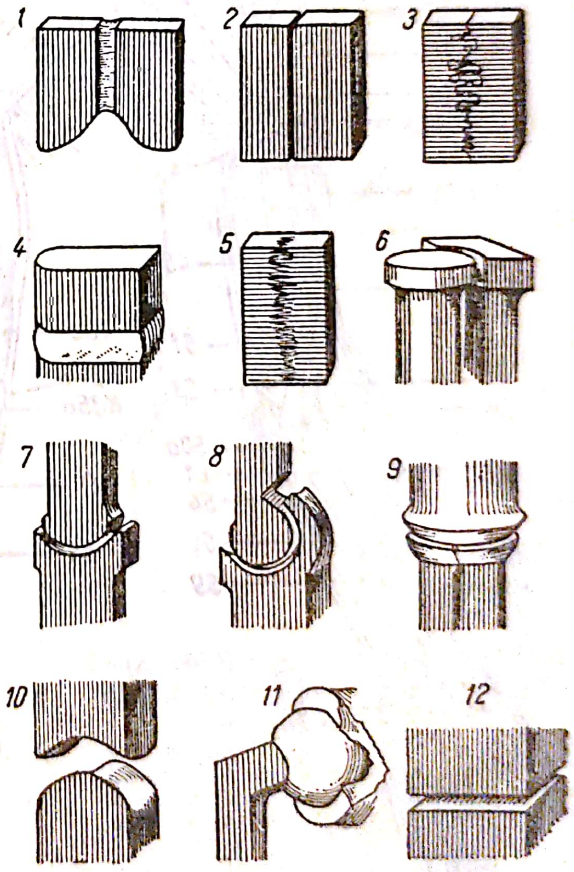


Fig. 57 Schema diferitelor tipuri de articulații

1, 2, 3 — Sinartroza; *1* — Sindesmoză; *2* — Sincondroză; *3,5* — Sutură dințată; *4* — Amfiartroză; *6* — Diartroză în semipivot; *7* — Diartroză elipsoidală (condiliană); *8* — Trochleartroză; *9, 10* — Diartroze sferice; — *11* Diartroză selaris (în șa); *12* — Diartroză plană.

Scanned with OKEN Scanner

grupe musculare, la care se adaugă sau se elimină unele fascicule musculare; grupa musculară funcţională a unei asemenea mişcări este formată din gruparea parţială a fibrelor mai multor muşchi, fibre la care direcţia de tracţiune coincide cu mişcarea ce trebuie executată.

Descrierea musculaturii somatice o vom face pe gradele de libertate ale fiecărei articulaţii, grupate în grupe musculare funcţionale. Totodată, la fiecare grupă musculară vom arăta şi aspectele mecanice specifice care rezultă din relaţiile pe care le au muşchii cu pîrghiile osoase sau din compunerea şi descompunerea forţelor la nivelul articulaţiilor.

A. MUŞCHII ŞI ARTICULAŢIILE MEMBRELOR SUPERIOARE

Printre muşchii cei mai importanţi ai membrelor superioare în afara muşchilor umărului, antebraţului, braţului şi mîinii se găsesc o serie de muşchi care unesc extremitatea superioară cu coloana vertebrală (m. trapezius, m. latissimus dorsi, romboideus major şi minor, m. levator

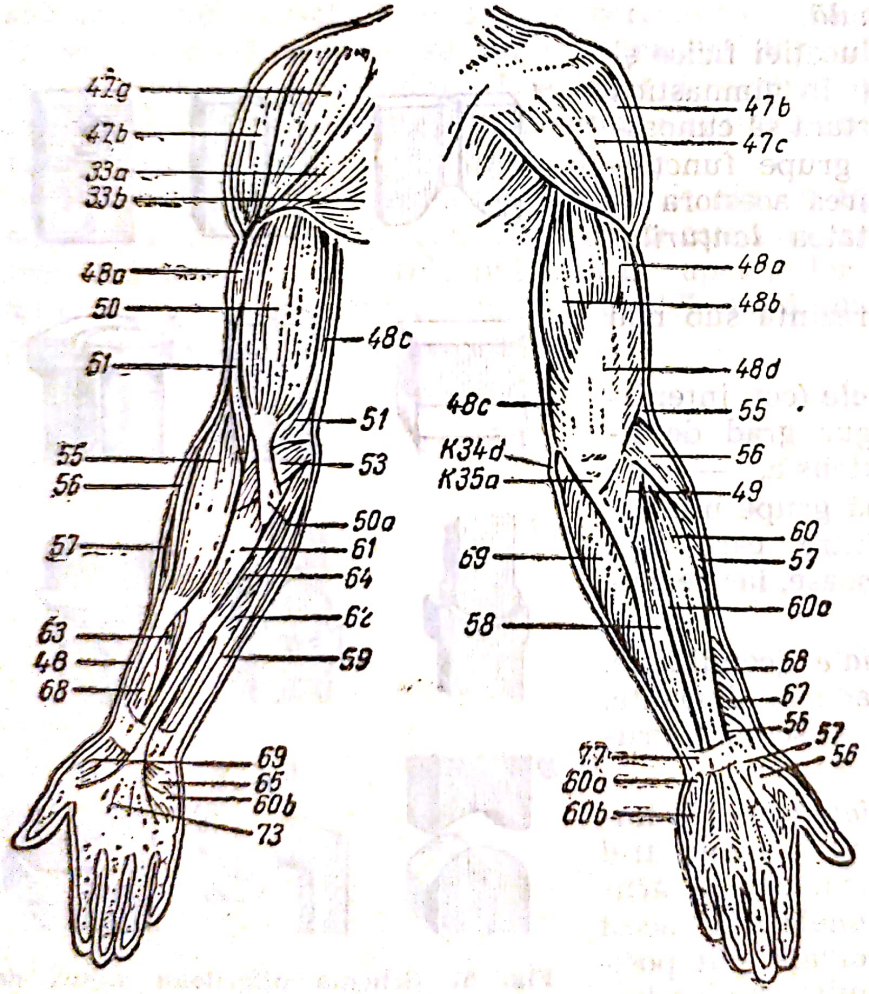


Fig. 58 Muşchii membrului superior

47 a — M. deltoid (deltoideus); *47 b* — M. *33 a* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* pars descendens; *33 b* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *b)* pars transversus; *48 a* — M. triceps brahial (triceps brahi); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *57* — M. al doilea radial extern; *63* — M. flexor profund al degetelor (flexor digitum profundus) *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *68* — M. abductor lung al policelui (abductor policis longus); *69* — M. abductor scurt al policelui (abductor policis brevis); *65*—M. palmar scurt (palmaris brevis); *60 b* — M. abductor al degetului mic (abductor digiti cvinti) *73* — *48 c* — *51* — M. brahial (brahialis) *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *50 a* — M. biceps brahial (biceps brahi); *61* — M. palmarul mare (flexor carpi radialis); *64* — M. palmar mic (palmaris longus); *62* — M. flexor superficial al degetelor (flexor superficialis digitorum); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *48 c* — K *34 d* — Epicondilul extern al humerusului; *K 35 a* — *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *77* — Ligamentul anterior; *60 a* — Tendonul m. extensor al degetului cinci (tendonul m. extensor digiti cvinti); *47 b* — *47 c* — *48 a* — M. triceps brahial (triceps brahi); *48 b* — *48 d* — *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *49* — M. anconeu (anconeus); *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum communis); *57* — M. al doilea radial extern; *60 a* — Tendonul m. extensor al degetului cinci (tendonul m. extensor digiti cvinti); *68* — M. Abductor lung al policelui (abductor policis longus); *67* — M. extensor scurt al policelui (extensor policis brevis); *56* — M. prim radial extern; *57* — M. al doilea radial extern; *56* — M. prim radial extern.

Scanned with OKEN Scanner

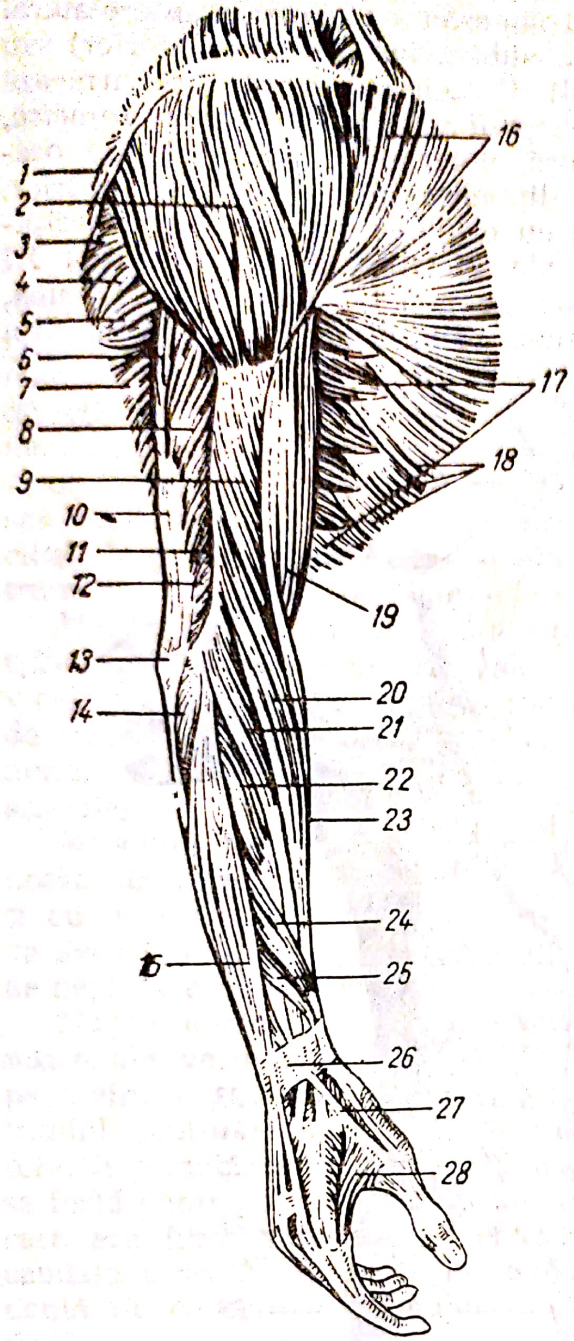


Fig. 59 Mușchii membrului superior (vedere laterală)

1 — M. trapezius; *2* — M. deltoideus; *3* — M. infraspinatus; *4* — M. teres minor; *5* — M. teres major; *6* — Caput longum m. tricipitis brachii; *7* — M. latissimus dorsi; *8* — Caput laterale m. tricipitis brachii; *9* — M. brachialis; *10* — Tendo m. tricipitis brachii; *11* — Septum intermusculare brachii laterale; *12* — Caput mediale m. tricipitis brachii; *13* — Olecranon; *14* — M. anconeus; *15* — M. extensor digitorum; *16* — M. pectoralis major; *17* — M. serratus anterior; *18* — M. obliquus externus abdominis; *14* — M. biceps brachii; *20* — M. brachioradialis; *21* — M. extensor carpi radialis longus; *22* — M. extensor carpi radialis brevis; *23* — M. flexor carpi radialis; *24* — M. abductor pollicis longus; *25* — M. extensor pollicis brevis; *26* — Retinaculum extensorum; *27* — Tendo m. extensoris pollicis longi; *28* — M. interosseus dorsalis I.

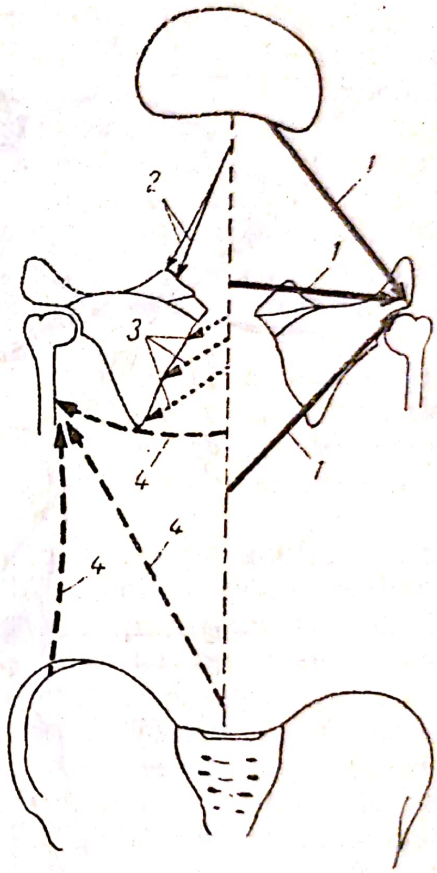


Fig. 60 Schema mecanică a mușchilor motori ai centurii scapulare (vedere dorsală)

1 — Mușchiul trapez cu cele 3 direcții de tracțiune; *2* — Mușchiul ridicător al scapulei; *3* — Mușchiul marele și micul romboid; *4* — Mușchiul marele dorsal cu cele 3 direcții de tracțiune.

Scanned with OKEN Scanner

scapulae) și alții care unesc membrul superior cu peretele anterolateral al toracelui (pectoralis major și minor, subclavius, serratus anterior) sau cu craniul (sterno cleido mastoidianul). Prezentăm în cele ce urmează această categorie de *mușchi care mobilizează articulațiile scapulo-toracică, sterno-claviculară și acromio-claviculară*, determinînd mișcările de basculare ale scapulei și ca atare unele din mișcările membrului superior.

Mușchiul trapez (m. trapezius) (1) cu originea pe linie curbă occipitală superioară și apofizele spinoase ale vertebrelor cervicale și a XI dorsale, iar inerția pe spina scapulei, acronuon și 1/3 externă a claviculei, are trei direcții principale de tracțiune; prin urmare, va efectua trei

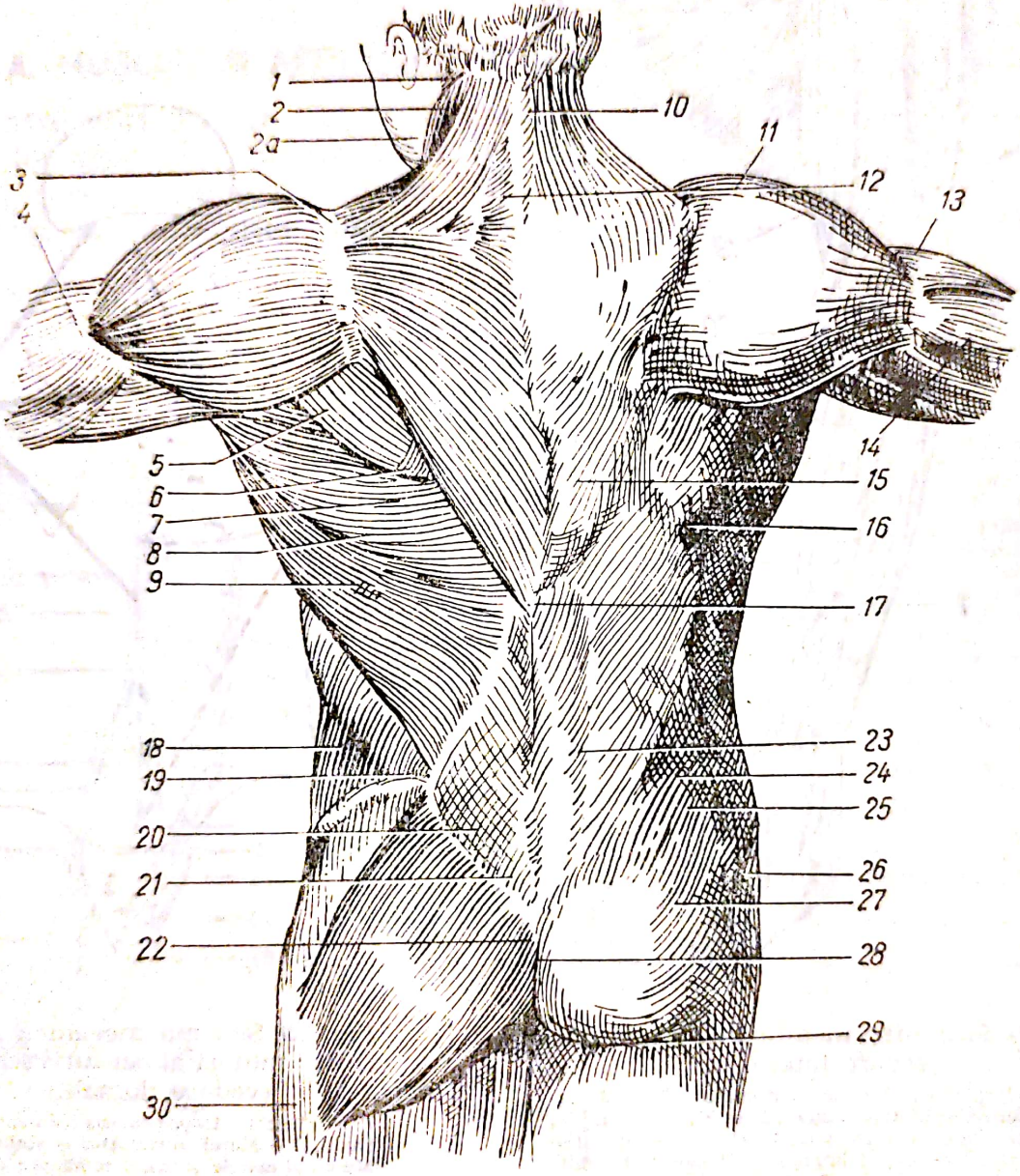


Fig. 61 Reliefurile musculare ale spatelui (După Schultze și Lubasch)

1 — Procesus mastoideus; *2* — Musculus trapezius (pars descendens); *2 a* — Gonion; *3* — Acromion; *4* — V-ul deltoidian; *5* — Musculus teres major; *6* — M. romboideus; *7* — M. infraspinosus; *8* — Fosea scapulae; *9* — Musculus latissimus dorsi; *10* — Sulcus medianus nuchae; *11* — Musculus deltoideus; *12* — Aponevroza m. trapez; *13* — Musculus biceps brahii; *14* — M. triceps brahii; *15* — M. trapezius (pars ascendens); *16* — Angulus caudalis scapulae; *17* — Sulcus medianus dorsi; *18* — Musculus obliquus externus; *19* — Trigonum lumbale inferius; *20* — Fovea lumbalis lateralis superior; *21* — Fovea lumbalis lateralis inferior; *22* — Fovea cocoygica; *23* — Aponevroza lombodorsalis; *24* — Cristea iliaca; *25* — Musculus glutaeus medius; *26* — Trochanter major; *27* — Musculus glutaeus maximus; *28* — Crena ani — (plica anală); *29* — Sulcus glutaeus; *30* — Tractus ileo-tibialis.

Scanned with OKEN Scanner

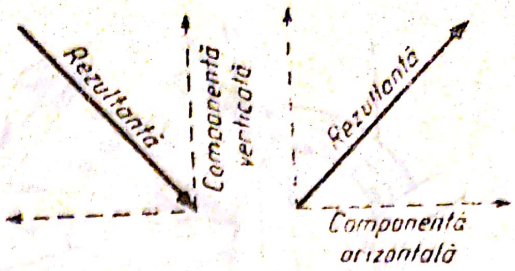


Fig. 62 Descompunerea forței musculare care acționează oblic pe oase

deplasări: cranială, prin fasciculul superior, dorso-medială (tragerea umerilor înapoi) prin fasciculul transvers și caudală, prin fasciculul inferior. De notat că atît fasciculul superior cît și cel inferior, avînd o direcție oblică, forța lor de tracțiune se va descompune într-o componentă verticală de deplasare cranială, respectiv caudală, și o componentă orizontală de deplasare dorso-medială. Deci pentru deplasarea cranială sau caudală a scapulei se folosește numai o parte din forța fiecărui fascicul. În schimb, deplasarea dorso-medială se execută atît de fasciculul transvers, cît și de componentele orizontale ale celorlalte două fascicule.

Mușchiul ridicător al scapulei (m. levator scapulae) (2) cu originea pe tuberculii posteriori ai apofizelor transverse ale vertebrelor I—IV cervicale și inserția pe unghiul cranial al scapulei, avînd aceeași direcție de fibre cu fasciculul superior al trapezului, va avea, pe lîngă componenta de ridicare și o slabă componentă de deplasare dorso-medială a scapulei.

Mușchiul romboid (3) (m. romboideus), are originea pe apofizele spinoase ale vertebrelor VII C—V T și inserție pe buza medială a scapulei și cu aceeași direcție de tracțiuni cu fasciculul superior al trapezului, va avea și el două componente ale forței sale, una de ridicare și cealaltă de deplasare dorsomedială.

Marele dorsal (4) (m. latissimus dorsi) cu originea pe apofizele spinoase ale vertebrelor 6 T — 12 T și a celor cinci vertebre lombare, pe treimea posterială a crestei iliace și inserția printr-un tendon în fundul șanțului bicipital are, după cum se observă în schemă, trei direcții principale de tracțiune; fasciculul orizontal își epuizează întreaga sa forță pentru deplasarea dorso-medială a scapulei, fasciculul inferior — care are fibre verticale — efectuează cu întreaga sa forță deplasarea caudală a scapulei; fasciculul oblic își descompune forța într-o componentă de coborîre a scapulei și o componentă de deplasare dorso-medială a scapulei. (Fig. 62).

După cum vom vedea mai departe, acești mușchi mai au și componentă de rotație (basculare) a scapulei.

În fig. 63, 64 (vedere ventrală) sînt arătați mușchii care mobilizează centura scapulară prin direcțiile lor de tracțiune.

Mușchiul pectoral mare (1) (m. pectoralis major) are trei origini: pars clavicularis pe treimea medială a claviculei, pars sterna costalis pe coaste și stern și pars abdominalis pe aponevroza abdominală și se inseră pe buze laterale a șanțului bicipital fiind în formă de evantai, are mai multe direcții de tracțiune; asupra centurii scapulare acționează direct cînd considerăm punctul fix inserția sa humerală) fasciculul clavicular, deplasează caudal clavicula și prin aceasta întreaga centură. Indirect,

Scanned with OKEN Scanner

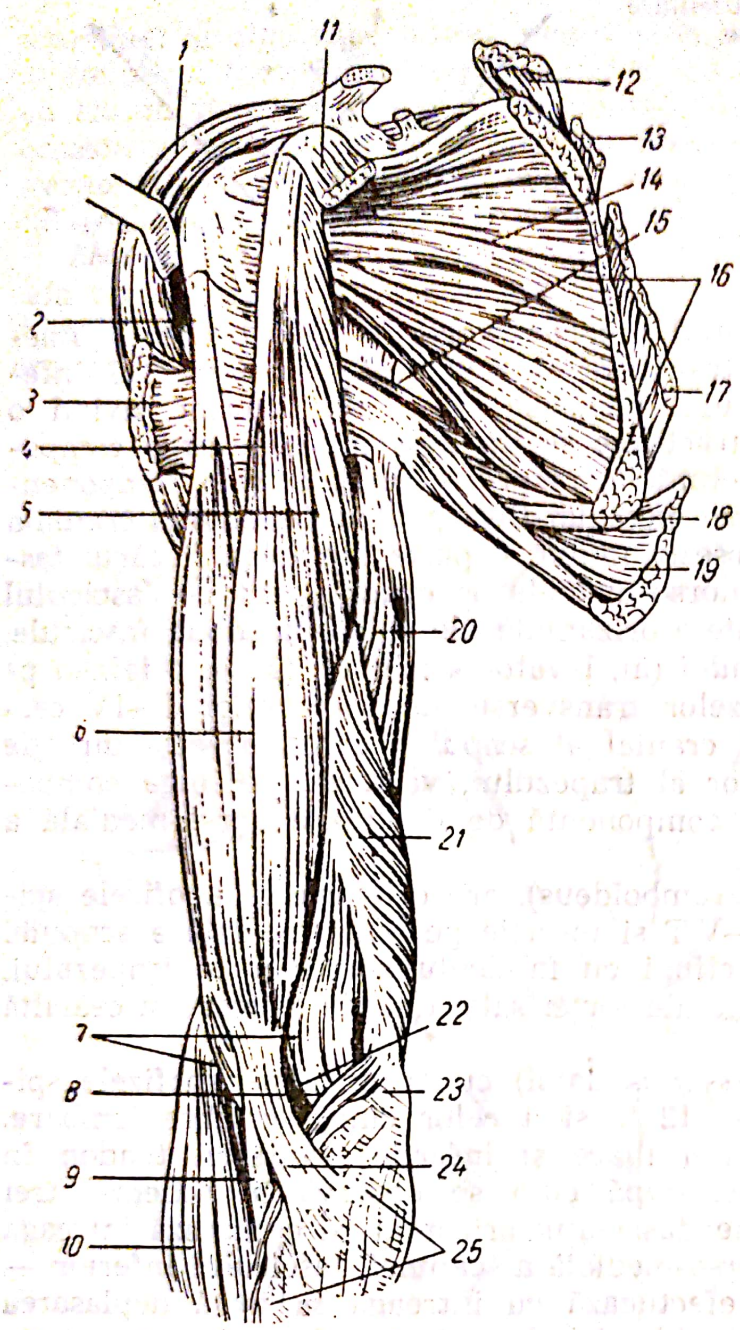


Fig. 63 Mușchii centurii scapulare și ai brațului (vedere anterioară)

1 — M. deltoideus; *2* — Caput longum m. bicipitis brachii; *3* — M. pectoralis major; *4* — Caput breve m. bicipitis brachii; *5* — M. coracobrachialis; *6* — M. biceps brachii; *7* — M. brachialis; *8* — M. pronator teres; *9* — Tendo m. bicipitis brachii; *10* — M. brachioradialis; *11* — M. pectoralis minor; *12* — M. levator scapulae; *13* — M. rhomboideus minor; *14* — M. subscapularis; *15* — Foramen trilaterum; *16* — M. serratus anterior; *17* — M. rhomboideus major; *18* — M. teres major; *19* — M. latissimus dorsi; *20* — Caput longum m. tricipitis brachii; *21* — Caput mediale m. tricipitis brachii; *22* — Fossa cubitalis; *23* — Epicondylus medialis; *24* — Aponeurosis m. bicipitis brachii (fascia Pirogow); *25* — Fascia antebrachii.

prin intermediul humerusului, fasciculele sterno-costale inferioare și fasciculul abdominal, coboară de asemenea centura scapulară.

Marele dințat (2) (m. serratus anterior) are forma unui vast evantail, cu originea pe coastele I—X prin niște langhete dințate, iar inserția se face pe buza medială a scapulei. Este un mușchi profund, situat în spațiul interscapulo-toracic, deplasează ventro-lateral scapula prin toate fasciculele sale, iar prin fasciculele inferioare, care converg spre unghiul caudal al scapulei, coboară centura. Acest mușchi are o puternică componentă de rotație, basculă laterală.

Sternocleidomastoidianul (3) (m. sternocleido-mastoideus) cu originea pe stern și claviculă, iar inserția pe apofiza, mastoidă traversează în diagonală regiunea cervicală are o slabă componentă de ridicare a centurii scapulare prin fasciculul său clavicular.

Scanned with OKEN Scanner

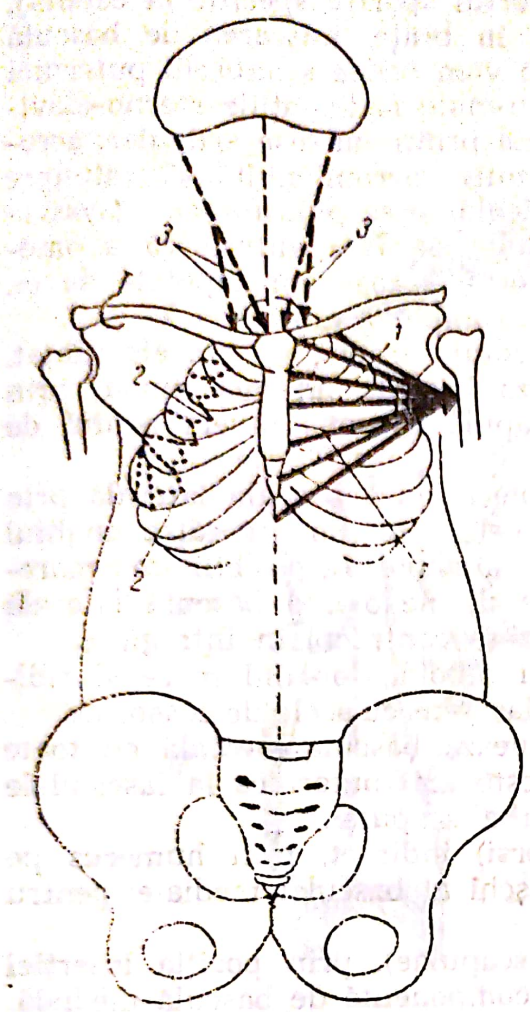


Fig 64 Schema mecanică a mușchilor motori ai centurii scapulare (vedere ventrală)

1 — Mușchiul marele pectoral; *2* — Mușchiu marele dințat; *3* — Mușchiul sterno-cleido-mastoidian.

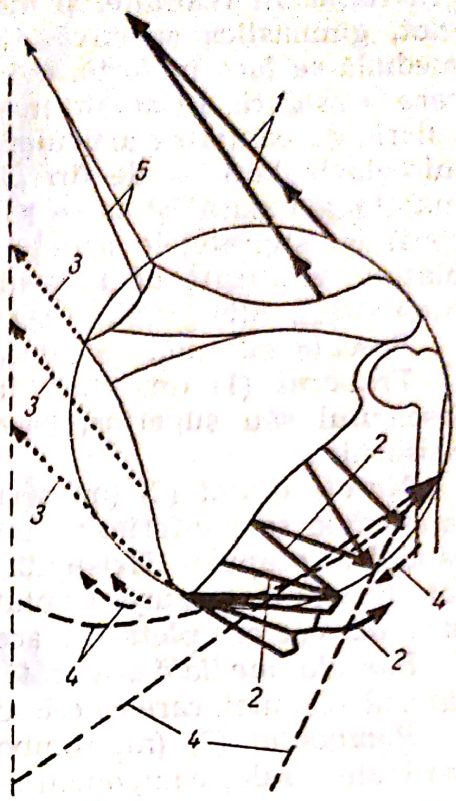


Fig. 65 Schema mecanică a mișcării de basculă medială și laterală. Scapula a fost înscrisă într-un cerc cu centrul său în axul de rotație (basculă) a scapulei

Săgețile reprezintă direcțiile de tracțiune ale mușchilor.

Mușchii care rotesc (basculează) scapula în sensul acelor de ceasornic asigură bascula medială, iar cei ce o rotesc în sens contrar, efectuează bascula laterală.

1 — Mușchiul trapez (fasciculul descendent); *2* — Mușchiul marele dințat.

Mișcarea de basculă laterală este asigurată de:

3 — Mușchiul romboid; *4* — Mușchiul marele dorsal; *5* — Mușchiul ridicător al scapulei.

Subclaviculararul (4) (m. subclavius) cu originea pe claviculă și inserția pe coasta I-a coboară clavicula și, o dată cu ea, întreaga centură scapulară.

Acești mușchi concură la mișcarea de rotație (basculă) a scapulei. Bascula scapulei se face în jurul unui ax sagital care trece înapoia și sub cavitatea glenoisă a scapulei. În jurul acestui ax, vîrful caudal basculează lateral sau medial, permițînd ridicarea membrului superior la verticală (elevația). Bascula laterală este o continuare a abducției brațului care permite ridicarea acestuia peste 90°, cît este permisă în articulația scapulo-humerală. Bascula medială este mișcarea inversă, care de regulă se face mai cu ușurință, întrucît are același sens cu forța de

Scanned with OKEN Scanner

gravitație. În realitate, și mai ales în efortul sportiv specific la canotaj, înot, gimnastica sportivă, în tracțiunile în brațe, mișcarea de basculă medială se face în forță, avînd după cum vom vedea și mușchi puternici care o asigură. În aceste mișcări sînt antrenate articulațiile sterno-clavi-culară, cu cavitatea articulară subîmpărțită printr-un disc articular, acro-mio-claviculară — de tip plan care permite acromionului să alunece înainte și îndărăt și să se rotească pe claviculă, și scapulo-toracică (syssar-coză) cu suprafețele articulare reprezentate de fața anterioară a omo-platului căptușită de mușchi și fața externă a coastelor tapetate de m. intercostali. Mișcările din aceste articulații complexe sînt:

Bascula laterală, asigurată de mușchiul trapez și marele dințat.

Trapezul (1) (m. trapezius) efectuează bascula laterală numai prin fasciculul său superior, care rotește scapula în sens invers acului de ceasornic.

Marele dințat (2) (m. serratus anterior) asigură bascula laterală prin langhetele sale inferioare, mai ales prin cele care converg către unghiul caudal al scapulei. Existența mai multor langhete dă posibilitatea mare-lui dințat să asigure treptat, în funcție de nevoie, o basculă laterală parțială sau completă; în acest ultim caz se contractă în întregime.

Bascula medială asigurată de mușchii: romboid, dorsalul mare și ridi-cătorul scapulei, care rotesc scapula în același sens cu acele de ceasornic.

Romboidul (3) (m. romboideus) efectuează bascula medială cu toate fasciculele sale; componența de basculă este mai puternică la fasciculele inferioare, care se inseră pe unghiul caudal al scapulei.

Dorsalul mare (4) (m. latissimus dorsi) indirect, prin humerus pe care se inseră, este cel mai puternic mușchi al basculei mediale, pentru care a fost numit și mușchi al cățărării.

Ridicătorul scapulei (5) (m. levator scapulae), prin poziția inserției sale față de axul basculei, are și o mică componentă de basculă medială.

Mișcarea de basculă medială este sinergică cu cea de coborîre a cen-turii scapulare; de aceea și mușchiul *pectoral mic*, situat pe fața ven-trală a toracelui, trăgînd de ciocul apofizei coracoide, coboară scapula.

Mișcarea de basculă laterală este sinergică cu cea de ridicare a cen-turii scapulare; singurul mușchi care face excepție este ridicătorul scapulei, datorită poziției inserției sale față de axul de rotație.

Ridicarea omoplatului se face în aceleași articulații de către mușchiul trapez și ridicător al scapulei.

Coborîrea omoplatului se face de către marele dințat și micul pectoral.

Mișcarea înainte a omoplatului care se produce în toate acțiunile de împingere înainte este făcută de marele dințat și micul pectoral.

Mișcarea îndărăt a omoplatului e asigurată de m. rhomboizi și trapezi.

Mușchii motori ai articulației scapulo-humerale. (Considerații meca-nice).

Articulația scapulo-humerală este diartroză sferică cu trei grade de libertate; mișcările se produc în jurul celor 3 axe fundamentale ale spațiului. (Fig. 66, 67).

În jurul axului sagital se produc mișcările de abducție și aducție a brațului, în jurul axului transvers se produc mișcările de anteducție și retroducție; în jurul axului vertical, mișcările de rotație internă și externă.

Scanned with OKEN Scanner

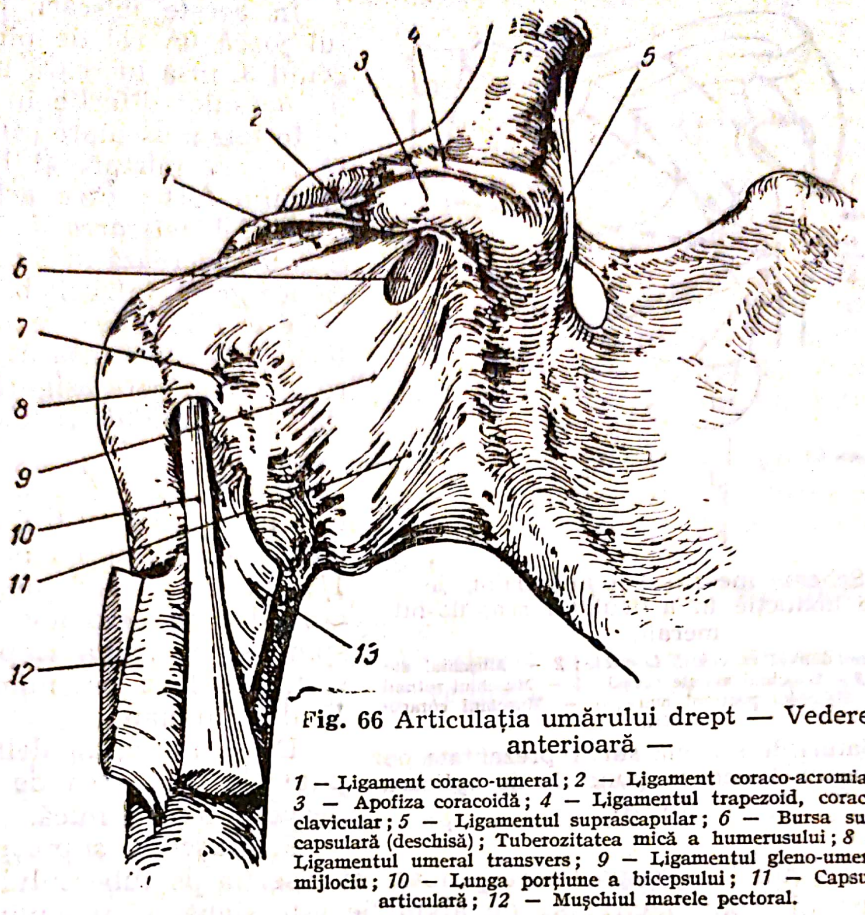


Fig. 66 Articulația umărului drept — Vedere anterioară —

1 — Ligament coraco-umeral; *2* — Ligament coraco-acromial; *3* — Apofiza coracoidă; *4* — Ligamentul trapezoid, coraco-clavicular; *5* — Ligamentul suprascapular; *6* — Bursa subcapsulară (deschisă); Tuberozitatea mică a humerusului; *8* — Ligamentul umeral transvers; *9* — Ligamentul gleno-umeral mijlociu; *10* — Lunga porțiune a bicepsului; *11* — Capsula articulară; *12* — Mușchiul marele pectoral.

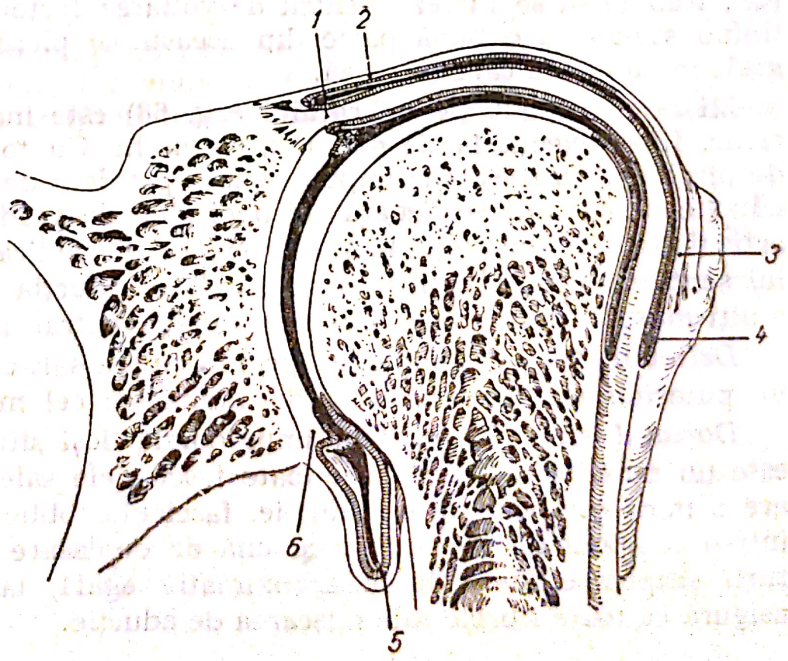


Fig. 67 Secțiune prin articulația umărului

1 — Tendonul bicepsului (lunga porțiune); *2* — Ligamentul capsular; *3* — Ligamentul umeral transvers; *4* — Teaca sinovială a tendonului bicepsului; *5* — Porțiunea declivă a capsulei; *6* — Labrum glenoidal.

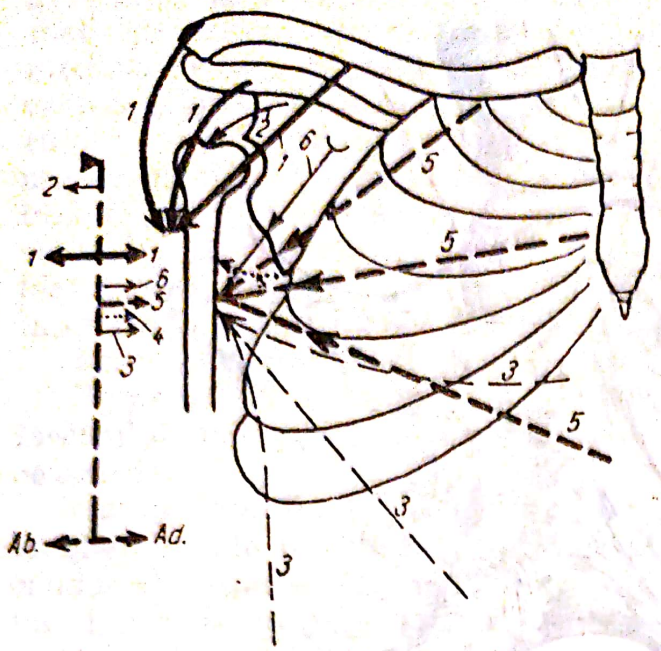


Fig 68 Schema mecanică a mișcărilor de aducție și abducție în articulația scapulo-humerală

1 — Mușchiul deltoid cu cele 3 fascicole; *2* — Mușchiul supraspinos; *3* — Mușchiul marele dorsal; *4* — Mușchiul rotund mare; *5* — Mușchiul pectoral mare; *6* — Mușchiul coracobrahial.

Notă: Alături de schemă sînt reprezentate pe pîrghia osului humerus, punctele de aplicare a forțelor.

În aceste mișcări, humerusul joacă un rol de pîrghie de genul 3, însă lucrează în condiții mecanice diferite în funcție de forțele musculare care asigură fiecare mișcare și lungimea brațului forței care acționează.

Astfel, *mișcarea de abducție* (fig. 68) lucrează în condiții mecanice grele, întrucît brațul forței este mic. Ceea ce pierde în forță, se cîștigă însă în deplasare. Mușchii care asigură abducția sînt *deltoidul* (1) și *supraspinoul* (2).

1. Deltoidul (m. deltoideus) este un mușchi cu trei porțiuni: pars clavicularis cu originea pe 1/3 externă a claviculei, pars acromalis pe acromion și pars spinalis, pe spina scapulei; inserția se face pe humerus în V-ul deltoidian.

Deși mușchiul deltoid este puternic, mișcarea de abducție dezvoltă o forță mică.

2. Mușchiul supraspinos, care are originea în groapa supraspinoasă și inserția pe tuberculul mare al humerusului, componenta sa de abducție este slabă, el îndeplinind mai mult un rol de ligament activ, care întărește articulația scapulo-humerală. În metodica antrenamentului sportiv, mai ales la scrimeuri, tenis de cîmp etc., trebuie să se lucreze pentru dezvoltarea forței mușchilor abductori, ținînd seama că o bună parte din aceasta se pierde datorită condițiilor grele mecanice în care lucrează.

Mișcarea de aducție a brațului (fig. 68) este mai bine asigurată mecanic, fiind executată de mai mulți mușchi. Cu toate acestea, condițiile de pîrghie și în acest caz impun o mare pierdere de forță. În mișcarea de aducție humerusul realizează tot o pîrghie de gradul 3, cu sprijinul în articulația scapulohumerală și cu punctul de aplicare a forțelor la nivelul șanțului bicipital; sub V-ul deltoidian. Aducția este asigurată de mai mulți mușchi, dintre care unii sînt situați ventral, iar alții — dorsal:

Deltoidul (1) (m. deltoideus) prin fasciulele sale clavicular și spinal este un puternic aductor al brațului, dar mînuiește cel mai mic braț de forță.

Dorsalul mare (3) (m. latissimus dorsi), deși situat dorsal pe trunchi, este un puternic aductor prin toate fasciculele sale: fasciculul ascendent are o mică componentă de aducție, fasciculul oblic își descompune forța într-o componentă de aducție și una de deplasare dorso-medială a centurii scapulare, de valoare aproximativ egală, iar fascicolul orizontal asigură cu toate fibrele sale mișcarea de aducție.

Scanned with OKEN Scanner

Rotundul mare (4) (m. terres major) are originea pe unghiul caudal al scapulei şi inserţia pe baza medială a şanţului bicipital este un puternic aductor, dat fiind suprafaţa sa de secţiune mare şi direcţia sa de inserţie pe humerus, care depăşeşte 50°.

Pectoralul mare (5) (m. pectoralis major) este cel mai puternic aductor al braţului prin toate direcţiile sale de fibre; dacă fasciculele sternocostale se fixează la 90° pe humerus şi îşi epuizează în întregime forma lor pentru aducţie, fasciculele clavicular şi abdominal fiind oblice, folosesc numai o parte din forţa lor pentru aducţie, iar cealaltă componentă pentru coborîrea centurii scapulare.

Coraco-brahialul şi scurta porţiune a bicepsului brahial (6) (m. caracobrahialis et bicepsbrahii caput breve) au o componentă de aducţie mai puternică şi una de coborîre a ciocului apofizei caracoide, mai slabă. Caracobrahialul are originea pe ciocul apofizei caracoide, iar inserţia pe diafiza humerală în porţiunea sa mijlocie.

Mişcarea de anteducţie a braţului (fig. 69), constă în ducerea braţului înainte, printr-o mişcare de rotaţie a capului humeral în jurul unui ax transversal. Această mişcare, după cum se vede în figură are o bună asigurare mecanică, prin forţa a patru muşchi.

Deltoidul (1) (m. deltoideus) mînuieşte un braţ de forţă mic, pierde forţă, dar asigură o mare amplitudine.

Caracobrahialul (2) (m. caracobrahialis) şi *bicepsul brahial* (3) (m. biceps brahii), dat fiind poziţia lor ventrală pe torace, au o slabă componentă de anteducţie.

Bicepsul brahial prin lunga sa porţiune (4) (m. biceps brahii caput longum) are o importantă componentă de anteducţie; el lucrează şi în condiţii mecanice avantajoase datorită faptului că mînuieşte capătul cel mai depărtat al pîrghiei faţă de axul de mişcare. Bicepsul brahial are două origini: lunga porţiune (caput langum) printr-un tendon cilindric, turtit pe suprafaţa supraglenoidiană a scapulei şi scurta porţiune (caput breve), pe apofiza caracoidă. Se inseră pe radius, tuberozitatea bicipitală.

Datorită poziţiei forţelor de tracţiune pe tot întinsul pîrghiei pe care o mobilizează, mişcarea de anteducţie se pretează mai bine la antrenamentul pentru îndemînare, pentru precizia şi fineţea mişcărilor.

Mişcarea de retroducţie a braţului (fig 69) este mişcarea antagonistă şi constă din ducerea braţului înapoi; după cum se observă în schemă,

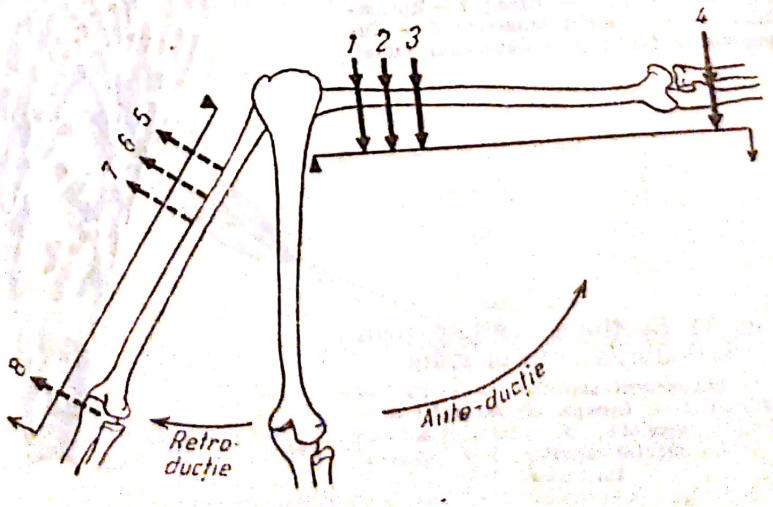


Fig. 69 Schema asigurării mecanice a mişcărilor de anteducţie şi retroducţie a braţului

1 — Inserţia muşchiului deltoid; *2* — Inserţia muşchiului pectoral mare; *3* — Inserţia muşchiului coraco-brahial; *4* — Inserţia muşchiului biceps brahial; *5* — Inserţia muşchiului deltoid; *6* — Inserţia muşchiului rotund mare şi dorsal mare; *7* — Acţiunea paradoxală a muşchiului brahial; *8* — Inserţia muşchiului triceps brahial.

Scanned with OKEN Scanner

amplitudinea retroducției este mult mai mică și pentru a putea fi prelungită, trebuie să fie conjugată cu o deplasare dorso-medială a scapulei. Și această mișcare are o bună asigurare mecanică, asemănătoare ca puncte de aplicare a forțelor cu mișcarea de anteducție.

Deltoidul (5) (m. deltoideus) lucrează cu mare pierdere de forță, dar asigură atît cît permite articulația, amplitudinea mișcării.

Rotundul mare (6) (m. torres major) are o mică componentă de retroducție, majoritatea forței sale epuizîndu-se pentru aducție.

Tricepsul prin lunga sa porțiune (8) (m. triceps brahii) este un principal retroductor, care lucrează în condiții mecanice avantajoase, întrucît mînuiește capătul cel mai depărtat al pîrghiei față de axul de rotație. Are originea prin trei porțiuni: caput longum pe suprafața subglenoidală a scapulei, vastul medial și vastul lateral, pe diafiza humerală. Inserția se face pe olecranul de la nivelul ulnei.

Forța marcată pe schemă cu 7, reprezintă *„acțiunea paradoxală a brahialului"*, care este situat pe fața ventrală a brațului este flexor al cotului. Prin flexia cotului schimbîndu-se condițiile de echilibru ale brațului, el este ușor împins în retroducție.

Mișcările de rotație ale brațului sînt condiționate de modul cum se dispun forțele de rotație în jurul diafizei humerale.

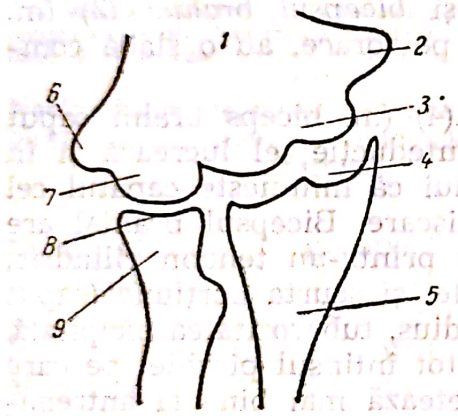


Fig. 70 Articulația cotului (trochlee-condil-artroză)

1 — Humerus; *2* — Epitrochlea; *3* — Trochlea humerală; *4* — Marea cavitate signoidă a ulnei; *5* — Ulna; *6* — Epicondilul; *7* — Condilul humeral; *8* — Cupușoara radială; *9* — Căpceanul radial.

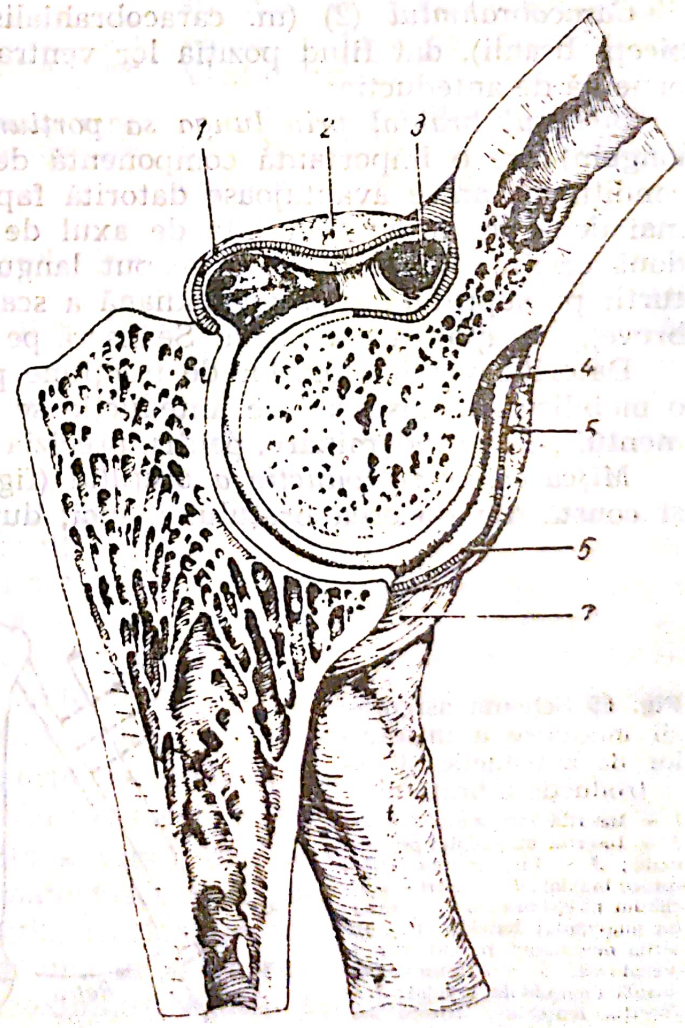


Fig. 71 Secțiune sagitală prin articulația cotului stîng

1 — Ligamentul capsular; *2* — Panicul adipos; *3* — Groapa olecraniană; *4* — Groapa coronoidă; *5* — Panicul adipos; *6* — Ligamentul capsular; *7* — Ligamentul inelar.

Scanned with OKEN Scanner

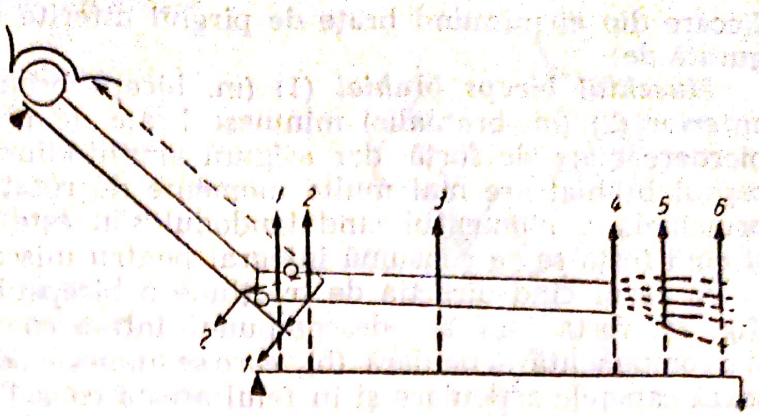


Fig. 72 Schema asigurării mecanice la nivelul articulației cotului: flexia și extensia

Flexia:

1 — Mușchiul biceps brahial; *2* — Mușchiul brahial anterior; *3* — Mușchiul rotund pronator; *4* — Mușchiul brahiostilo-radial; *5* — Mușchiul palmar mare (flexor carpi radialis); *6* — Mușchiul flexor superficial al degetelor.

Extensia:

1 — Mușchiul triceps brahial; *2* — Mușchiul anconeu.

Mișcarea de rotație internă este mai bine asigurată mecanic întrucît este executată de mai mulți mușchi și anume: pectoralul mare, dorsalul mare, rotundul mare, subcapularul și deltoidul prin fascicolul său clavicular.

Mișcarea de rotație externă este asigurată numai de trei mușchi, dintre care doi dezvoltă o mică forță: deltoidul prin fascicolul său spinal, subspinosul și rotundul mic. Ultimii doi îndeplinesc și rolul de ligamente active ale articulației scapulo-humerale.

Mecanica mișcărilor în articulația cotului (fig. 70, 71). Articulația dintre humerus și oasele antebrațului este o diartroză compusă din două articulații cuprinse în aceeași capsulă articulară: 1) articulația humero-antibrahială, care este o trohleartroză prin prezenta trohleei (scripetelui) humerale care pătrunde în marea cavitate sigmoidă a cubitusului, completată cu o condilartroză datorită condilului humeral care pătrunde în cupușoara radială și 2) articulația radio-ulnară proximală, care este o articulație cilindrică între căpceanul radial de formă cilindrică și mica cavitate sigmoidă a ulnei. În articulația humero-antribrahială sînt permise numai mișcări de flexie și extensie, întrucît trohleartrozele permit numai un singur grad de libertate.

În articulația radio-ulnară proximală există de asemenea un singur grad de libertate, mișcările de rotație ale cilindrului radial, care permit efectuarea pronației și supinației la nivelul antebrațului.

Articulația cotului este foarte bine asigurată muscular; pe pîrghiile osoase care o compun, pîrghii de genul 3, se inseră numeroși mușchi,

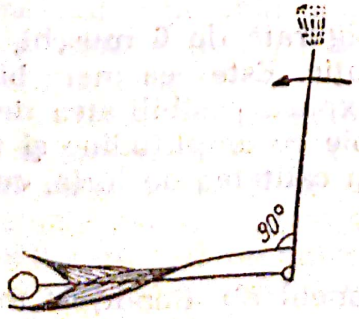


Fig. 73 Momentul principal al bicepsului brahial.

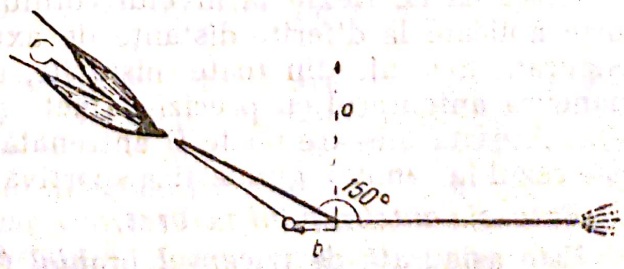


Fig. 74 Descompunerea forței de tracțiune a bicepsului

a — componenta de rotație; *b* — componenta articulară.

Scanned with OKEN Scanner

fiecare din ei mînuind braţe de pîrghii diferite (fig. 72). Flexia este asigurată de:

Muşchiul biceps brahial (1) (m. biceps brahii) şi *muşchiul brahial anterior* (2) (m. brahialis) mînuiesc braţe de pîrghii scurte, lucrează cu pierdere mare de forţă, dar asigură amplitudinea mişcării de flexie. Bicepsul brahial are mai multe momente de rotaţie, dintre care unul este principal, în momentul cînd tendonul său este perpendicular de radius şi cînd forţa sa se consumă integral pentru mişcarea de rotaţie. (Fig. 73).

În cazul cînd direcţia de tracţiune a bicepsului pe radius este oblică, (fig. 74) forţa sa se descompune într-o componentă de rotaţie (a) şi o componentă articulară (b), care se numeşte „de presiune", întrucît presează capetele articulare şi în felul acesta consolidează articulaţia cotului.

Muşchiul brahial anterior (m. brahialis) are originea pe diafiza humerală şi inserţia pe apofiza coronoidă a ulnei.

Restul muşchilor flexori ai cotului avînd direcţii oblice de inserţie pe pîrghia mobilă şi braţe de pîrghie din ce în ce mai lungi, nu reuşesc să aibă un moment principal, iar componenta lor de rotaţie este mult mai slabă şi se epuizează repede după începerea mişcării de flexie (insuficienţă activă). De altfel, la toţi aceşti muşchi care urmează a fi descrişi, flexia cotului este o mişcare secundară, ei îndeplinind şi alte acţiuni.

Muşchiul rotund pronator (3) (m. pronator terres) cu originea pe epitrohlea humerală îşi fixează tendonul pe jumătatea laterală a diafizei radiale. Forţa sa se descompune într-o componentă de pronaţie mai mare şi una de flexie la cot, mai mică.

Brahio-stilo-radialul (4) (m. brahio-stilo-radialis) sau lungul supinator cu originea pe epicondilul humeral şi inserţia pe apofiza stiloidă a radiusului are o componentă slabă de flexie la cot, una de supinaţie şi una de pronaţie.

Flexorul radial al carpului (5) (m. flexor carpi radialis) sau marele palmar este un flexor slab la cot şi îşi epuizează repede această acţiune, fiind capabil să execute în continuare o pronaţie slabă şi o flexie puternică a carpului. Are originea pe epitrohlea humerală şi inserţia pe baza metacarpianului II; trece pe sub ligamentul transvers al carpului.

Flexorul superficial al degetelor (6) (m. flexor digitorum sublimis) are o componentă slabă de flexie la cot şi a carpului şi o flexie puternică a degetelor 2, 3, 4 şi 5. Are originea pe epitrohlee humerală şi pe ulnă; coboară sub forma a patru fascicole musculare care după ce trec sub ligamentul transvers al carpului se inseră prin tendoane bifurcată pe falanga II a degetelor II, III, IV şi V.

Mişcarea de flexie la nivelul cotului, este asigurată de 6 muşchi, 6 forţe aplicate la diferite distanţe de axul de rotaţie. Este cea mai bine asigurată mecanic din toate mişcările, ceea ce explică posibilitatea de a manevra antebraţul cu precizie, fineţe şi la nevoie cu amplitudine şi viteză. Această mişcare poate fi antrenată şi pentru calitatea de forţă, cum este cazul la canotaj, gimnastica sportivă, înot etc.

Extensia antebraţului pe braţ.

Este asigurată de *tricepsul brahial* (1) şi anconeul (2). Condiţiile mecanice de lucru al acestor muşchi sînt grele şi asemănătoare mişcării de abducţie a braţului, întrucît cele două forţe mînuiesc braţe de forţă foarte mici. Mişcarea de extensie a antebraţului se execută cu pierdere mare

Scanned with OKEN Scanner

de forță, dar cu cîștig de deplasare (amplitudine). Exercițiile de elecție pentru creșterea forței acestor mușchi sînt flotările în brațe din poziția culcat, și în sprijin, la paralele egale, necesare în gimnastica sportivă, la aruncătorii de greutate și suliță și la boxeuri, scrimeuri etc.

Mișcările de pronație și supinație ale antebrațului. Aceste mișcări se produc între ulna care este fixă și radius care este osul mobil; axul mișcării este oblic (fig. 75), mergînd de la căpceanul radial la cel ulnar. În supinație cele două oase sînt paralele, ca în schema noastră, iar în pronație radiusul încrucișează ulna, degetul mare fiind rotat medial, iar palma privind dorsal. Axul mișcării corespunde cu membrana interosoasă care permite rotația radiusului în jurul cubitusului.

Mișcările de pronabise și supinație sînt ușurate și de conformația celor două articulații radio-ulnare, proximală și distală, care sînt diartroze cilindrice (în pivot) și permit mișcări de rotație (fig. 77).

Pronația este asigurată de mai mulți mușchi, dintre care cei mai importanți sînt (fig. 76):

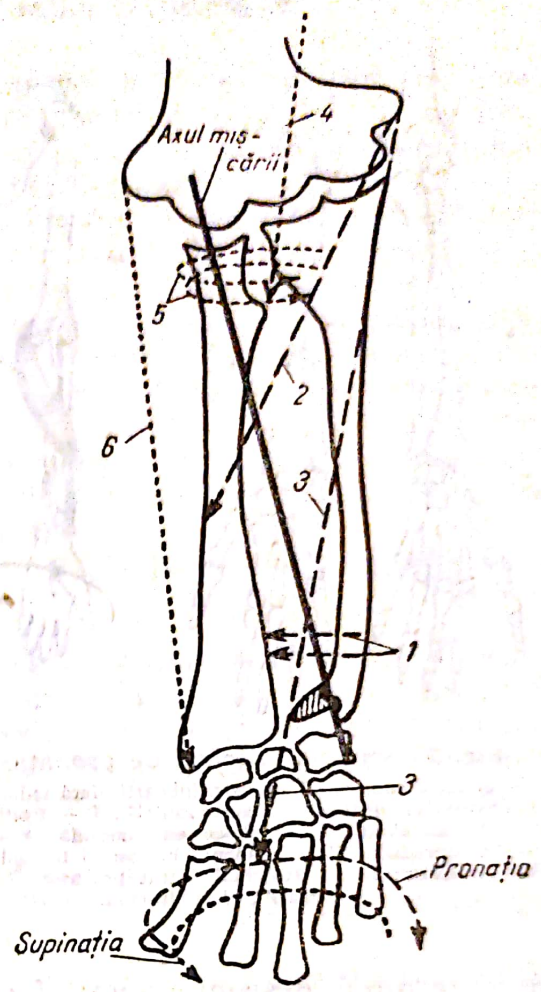


Fig. 75 Schema mecanică a mișcării de pronație (1, 2, 3,) și supinație (4, 5, 6)

Pronația:

1 — Mușchiul pătrat pronator; *2* — Mușchiul rotund pronator; *3* — Mușchiul palmar mare (flexor carpi radialis)

Supinația:

4 — Mușchiul biceps brahial; *5* — Mușchiul supinator; *6* — Mușchiul brahio-stilo-radial (lungul supinator).

— Pronatorul pătrat (1) (m. pronator cvadratus), situat în treimea inferioară a antebrațului; este un mușchi cu fibre scurte, dar cu o secțiune anatomică mare. Are originea pe ulnă, iar inserția pe radius. Întrucît fibrele sale sînt aproape perpendiculare pe axul de rotație și mînuiește extremitatea inferioară a pîrghiei mobile (radius) acest mușchi, este un puternic pronator, care imprimă forță mișcării.

— Rotundul pronator (2) (m. pronator terres) are o secțiune anatomică mai mică decît precedentul și încrucișează oblic axul de rotație. Din acest motiv, forța de pronație se descompune într-o componentă de pronație mai mare și o componentă articulară de presiune, mai mică. Întrucît rotundul pronator este situat ventral de articulația cotului, el are și o componentă de flexie a antebrațului. Acest mușchi dezvoltă atît forță, cît și amplitudine mișcării de pronație.

— *Flexorul radial al carpului* (3) (m. flexor carpi radialis) sau marele palmar, încrucișează sub un unghi și mai ascuțit axul de pronație, ceea

Scanned with OKEN Scanner

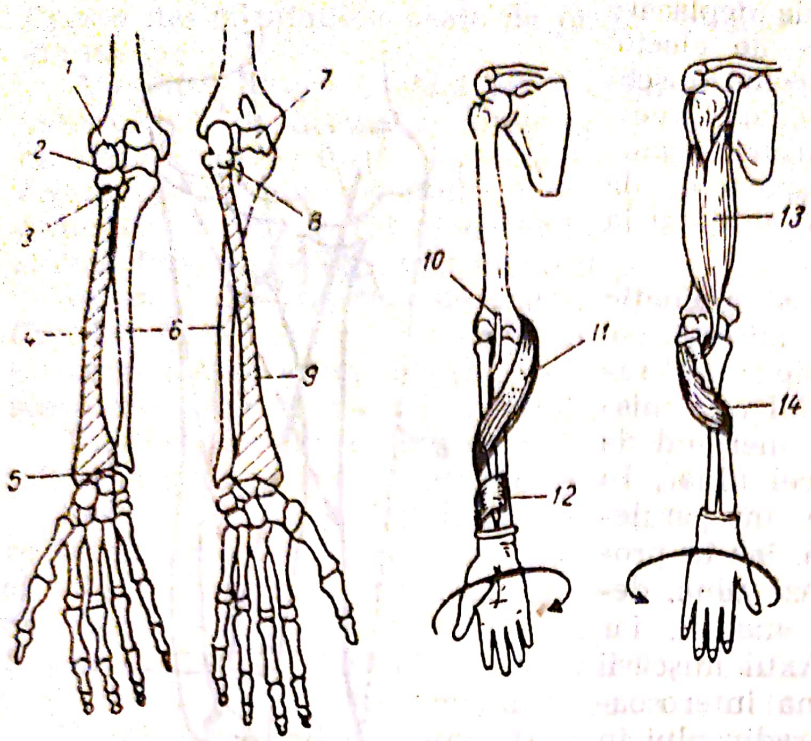


Fig. 76 Schema mișcării de pronație și supinație

1 — Condilul humeral; *2* — Interlinia articulară radio-humerală; *3* — Apofiza coronoidă a ulnei; *4* — Diafiza radială; *5* — Epifiza distală a radiului; *6* — Diafiza ulnară; *7* — Trochleea humerală; *8* — Căpceanul radial; *9* — Diafizaradială; *10* — Tendonul bicepsului brahial; *11* — Mușchiul rotund pronator; *12* — Mușchiul pătrat pronator; *13* — Mușchiul biceps brahial; *14* — Mușchiul supinator.

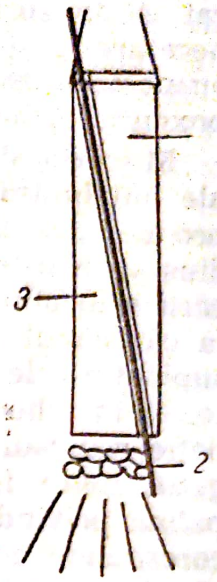


Fig. 77 Axul mișcării de pronație și supinație a antebrațului

1 — Ulna; *2* — Axul mișcării de pronație și supinație; *3* — Radius.

ce determină descompunerea forței sale într-o componentă de rotație (pronație) mai mică și o componentă articulară de presiune. Depășind ventral articulația cotului și acest mușchi are o componentă de flexie.

— *Supinația* este îndeplinită de mai mulți mușchi, dintre care principalii sînt:

— *Bicepsul brahial* (4) (m. biceps brahii) care-și fixează tendonul de inserție în partea dorsală a tuberozității radiale; prin contracție, el răstoarnă radiusul, adică produce supinația. În pronație, tendonul bicepsului se înșurubează pe radius, ceea ce face ca supinația să se execute din această poziție cu mai multă forță și cu o amplitudine mai mare. Deși bicepsul brahial mînuiește extremitatea superioară a pîrghiei mobile, totuși forța sa imprimă forță și mișcării de supinație.

— *Mușchiul supinator* (5) (m. supinator) situat în treimea superioară a antebrațului, are originea dorsal pe ulnă, după care ocolește radiusul și se inseră pe marginea medială a acestui os. Fibrele sale formează un eventai, a căror direcție încrucișează aproape perpendicular axul de rotație (supinație). Din acest motiv, supinatorul imprimă forță mișcării.

— *Mușchiul brahio-stilo-radial* (6) (m. brahiostilo-radialis) sau lungul supinator are o direcție aproape paralelă cu axul de prosupinație; direcția sa coincide cu tonusul de repaus al antebrațului, care este orientat cu policele ventral, în poziția de semipronație, semisupinație. De aceea, acest mușchi poate îndeplini ambele mișcări, adică din pronație forțată el este supinator, iar din supinație forțată el este pronator.

Mîna este instrumentul de muncă perfecționat al omului; ea este capabilă de nenumărate mișcări de mare finețe și precizie. La sportivi, de asemenea, mîna îndeplinește funcții complexe, fiind în multe ramuri și tehnici sportive elementul hotărîtor al performanței.

Din punct de vedere anatomic, mîna împreună cu degetele constituie un model de structură funcțională; iar din punct de vedere biomecanic, un complex mecanic capabil de cele mai variate și precise mișcări.

Numărul mare de proprioceptori musculo-tendinoși de la nivelul mîinii și degetelor îi permit să se adapteze cu ușurință și rapiditate la solicitările mecanice la care trebuie să răspundă. Mîna mai are un mare avantaj la om; fiind situată la extremitatea liberă a lanțului cinematic deschis pe care-l reprezintă membrul superior, ea constituie un organ de mișcare și de priză telescopat, capabil să se adapteze necesităților în cele mai variate, rapide și neașteptate solicitări.

Ca instrument de mișcare, mîna cu degetele prezintă următoarele mișcări:

— În articulația radio-cubito-carpiană, care este o diartroză elipsoidală, mîna — împreună cu masivul carpin — prezintă față de antebrat următoarele mișcări: flexie volară, flexie dorsală (extensie), înclinare radială, înclinare ulnară și circumducție. Mișcările de rotație nu sînt posibile, însă, indirect, prin mișcarea de pronație și supinație, mîna efectuează împreună cu antebrațul și această mișcare de rotație.

— Degetele pot efectua mișcări de flexie și extensie în articulațiile interfalangiene, precum și mișcări de abducție (depărtare) și ducție (apropiere), în articulațiile carpo-metacarpiene.

— Specific mîinii umane se mai poate executa mișcarea de priză, de pensă sau de *opoziție*, prin care degetul mare (policele) este opus (culcat peste) celelalte patru degete.

Cu ajutorul acestei mișcări combinată cu flexia degetelor, omul poate prinde cu mîna diverse obiecte, unelte, iar în activitatea sportivă, diverse aparate.

Pentru a putea îndeplini aceste roluri, mîna are o arhitectură specială, scheletul și articulațiile numeroase formînd un organ bine asigurat ligamentar și foarte mobil.

Fața dorsală a mîinii (fig. 78) este ușor convexă și lipsită de mușchi, fiind străbătută de numeroase tendoane ale mușchilor situați pe fața dorsală și laterală a antebrațului.

Pentru a împiedica deplasarea tendoanelor în timpul contracției mușchilor, acestea sînt cuprinse în teci osteo-fibroase, căptușite în interior cu membrană sinovială; de asemenea, între diversele tendoane de pe fața dorsală a mîinii, care este convexă, există o serie de legături numite „juncturae tendinum", care nu permit deplasarea și mențin tendoanele pe direcția cea mai utilă mecanic pentru tracțiune. Numărul mare al tendoanelor care trec pe fața dorsală, de asemenea convexă, a masivului carpian, a necesitat apariția unor formațiuni fibroase, printre care și ligamentul transvers al carpului, care nu lasă tendoanele să se deplaseze și să piardă contactul cu osul.

Scanned with OKEN Scanner

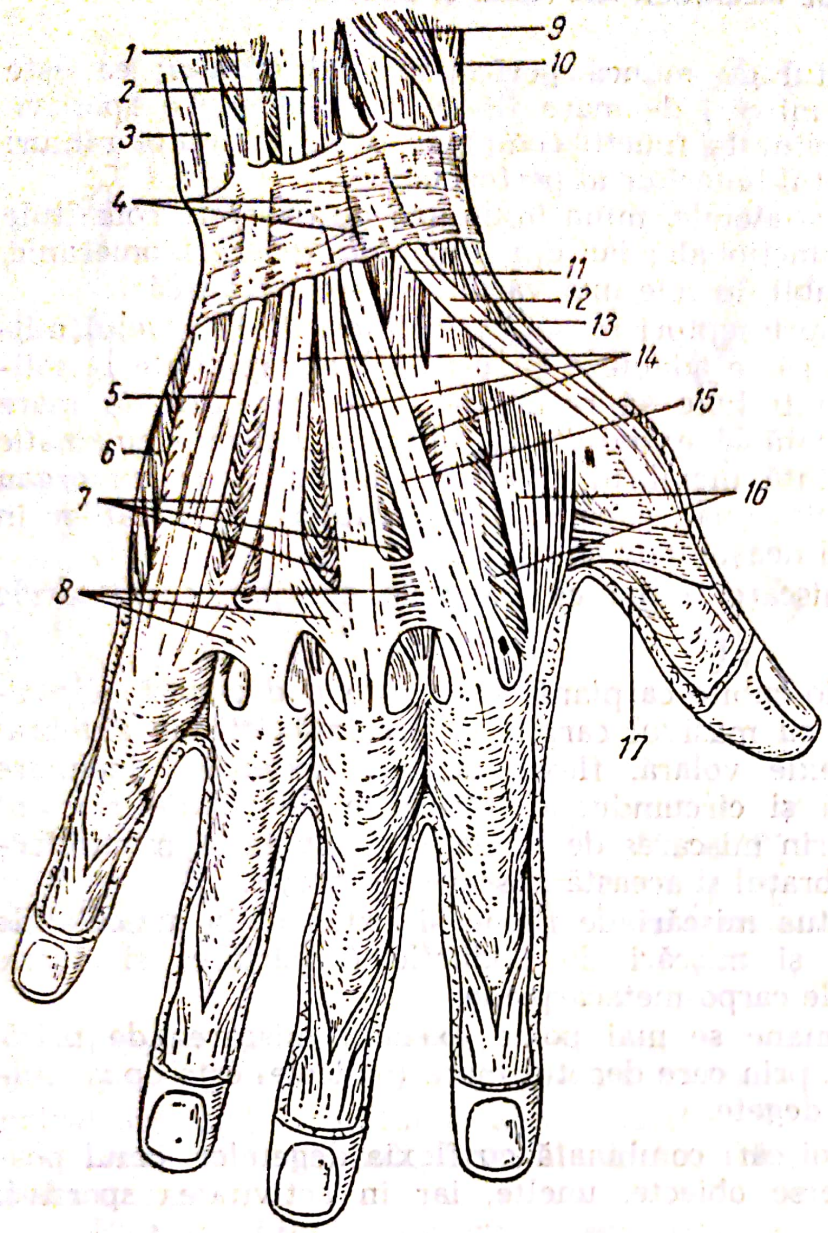


Fig. 78 Mușchii mîinii (vedere posterioară)

1 — M. extensor digiti minimi; *2*. M. extensor digitorum; *3* — Tendo m. extensoris carpi ulnaris; *4* — Retinaculum extensorum; *5* — Tendo m. extensoris digiti minimi; *6* — M. abductor digiti minimi; *7* — Mm. interossei dorsales; *8* — Connexus intertendineus; *9* — M. extensor pollicis brevis; *10* — M. abductor pollicis longus; *11* — Tendo m. extensoris carpi radialis brevis; *12* — Tendo m. extensoris carpi radialis longi; *13* — Tendo m. extensoris pollicis longi; *14* — Tendines m. extensoris digitorum; *15* — Tendo m. extensoris indiis; *16* — M. interosseus dorsalis I; *17* — Tendo m. flexoris pollicis longi

Față volară a mîinii (fig. 79, 80) are o formă ușor concavă și este prevăzută, pe lîngă un mare număr de tendoane care vin de la mușchii situați pe fața ventrală a antebrațului, cu mușchii motori scurți ai degetelor, vase și nervi. Acest mare număr de formațiuni anatomice sînt protejate de teci osteo-fibroase prevăzute cu membrane sinoviale pentru tendoane, (fig. 81), iar părțile moi sînt protejate de două formațiuni fibroase numite aponevroză palmară superficială și profundă. La nivelul regiunii carpiene anterioare, scobitura sau șanțul carpian ventral este transformat în *canal carpian*, printr-un ligament transvers puternic, care nu permite tendoanelor să părăsească planul profund osos, mărindu-se astfel eficiența mecanică.

Mișcările în articulația radio-cubito-carpiană (fig. 82) sînt bine asigurate cu mușchi, însă inegal.

Astfel, mișcarea de *flexie volară* este prevăzută cu mușchi lungi, care flectează și degetele, precum și cu mușchi scurți. Mușchii lungi își au

Scanned with OKEN Scanner

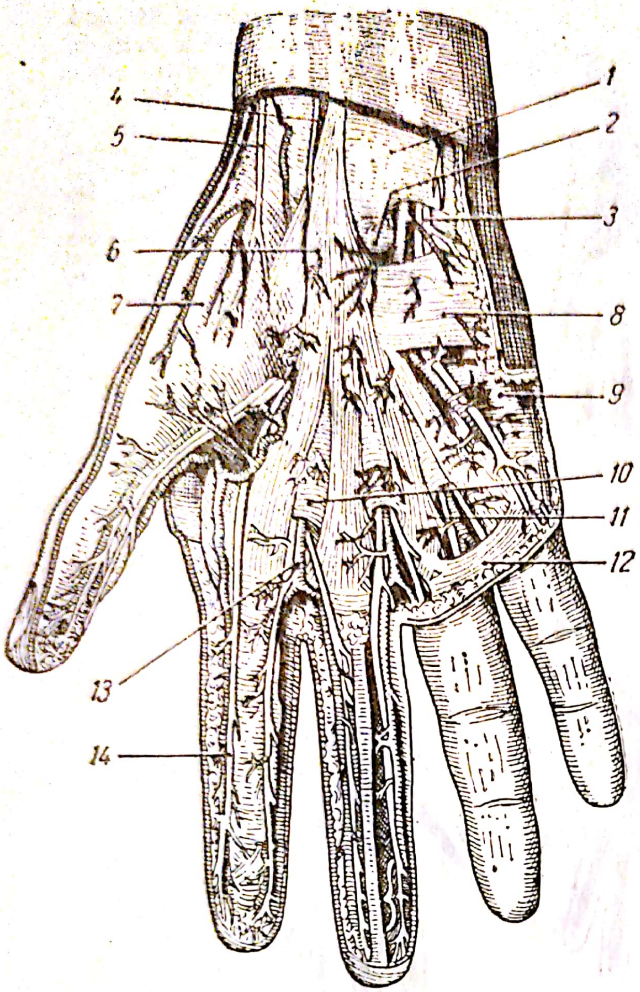


Fig. nr. 79 — Aponevroza palmară şi formaţiile extrafasciale ale regiunii palmare.

1 — Ligamentum carpi palmare *2* — Ligamentum carpi transversum; *3* — Artera şi nervul ulnar; *4* — Nervul median (ramura palmară); *5* — Nervul cutanat lateral; *6* — Aponevroza palmară, cu tendonul muşchiului palmaris longus; *7* — Fascia eminenţei thenare; *8* — Muşchiul palmaris brevis; *9* — Fascia eminenţei hypothenare; *10* — Fascicole aponevrotice transverse; *11* — Retinaculum; *12* — Ligamentul natator (E. Juvara); *13* — Aponevroza digitală; *14* — Nervul gapiilt.

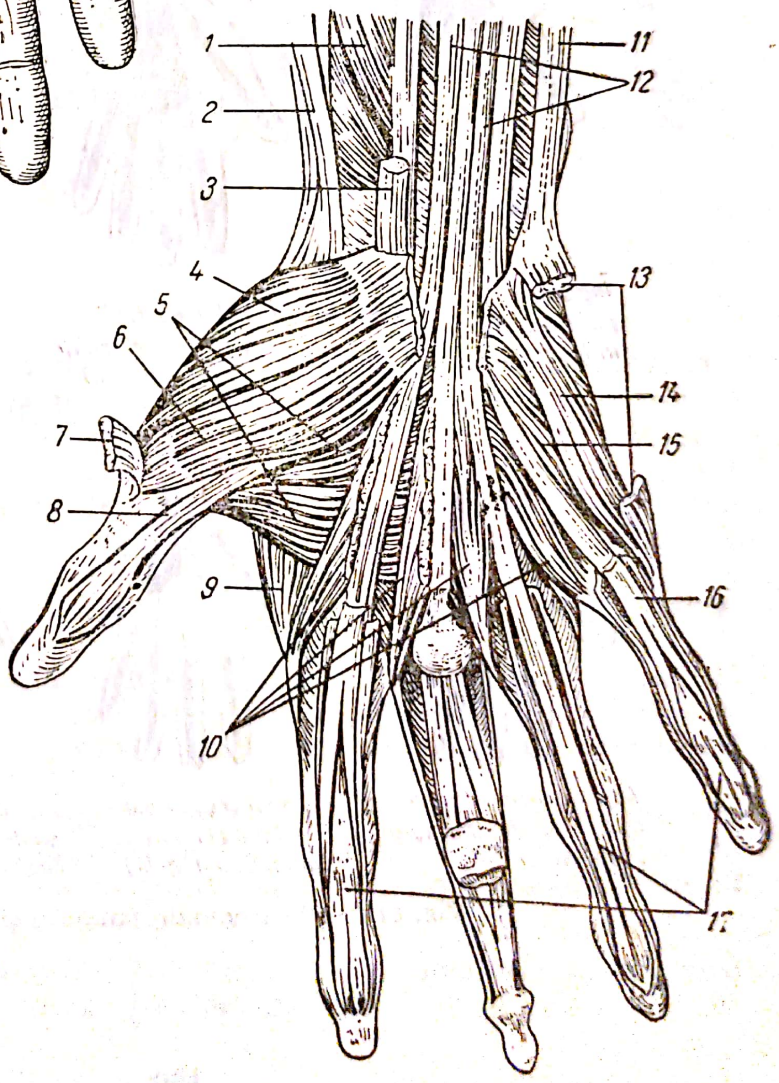
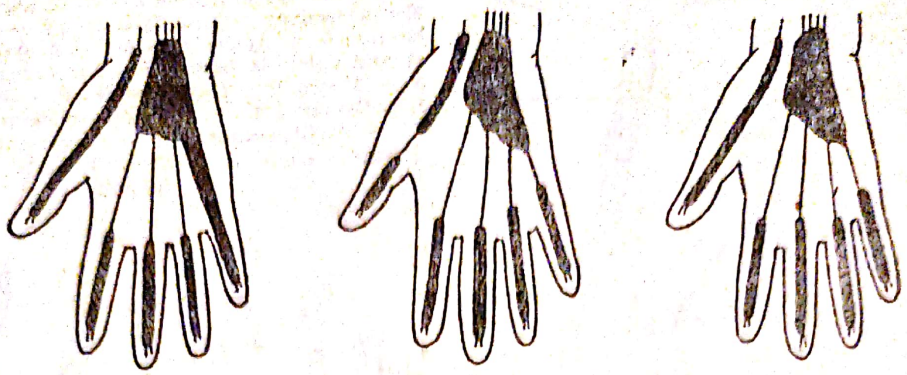


Fig. 80 Muşchii mîinii (vedere anterioară)

1 — M. flexor pollicis longus; *2* — M. abductor pollicis longus; *3* — Tendo m. flexoris carpi radialis; *4* — M. opponens pollicis; *5* — M. abductor pollicis; *6* — M. flexor pollicis brevis; *7* — M. abductor pollicis brevis; *8* — Tendo m. flexoris pollicis longi; *9* — M. interosseus dorsalis I; *10* — Mm. lumbricales; *11* — M. flexor carpi ulnaris; *12* — M. flexor digitorum profundus; *13* — M. abdictor digiti minimi; *14* — M. flexor digiti minimi brevis; *15* — M. opponens digiti minimi; *16* — Tendo m. flexoris digitorum superficialis; *17* — Tendines m. flexoris digitorum profundi.

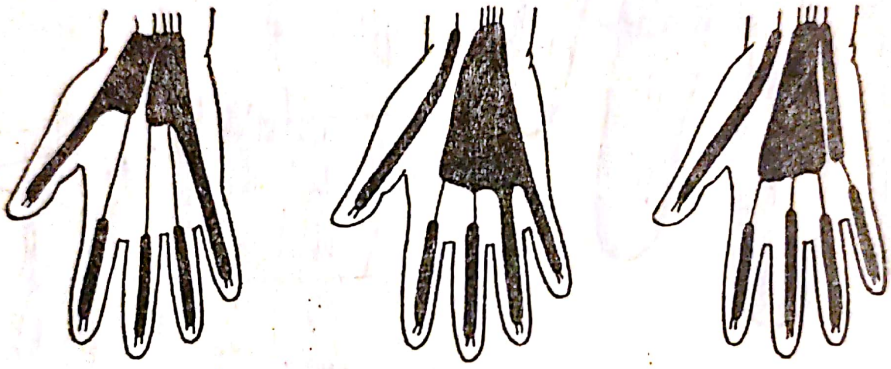
Scanned with OKEN Scanner



Dispozitiv normal

Separarea tecilor palmare de tecile digitale

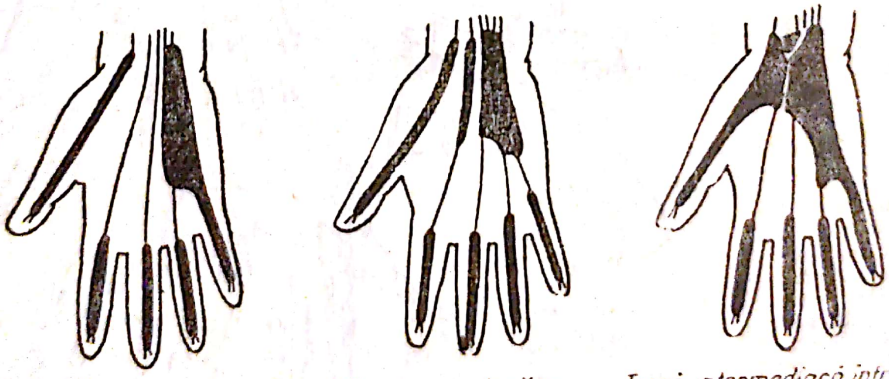
Separarea tecilor digitale ale ultimelor patru degete



Înglobarea tendoanelor palmare ale indexului în teaca laterală

Înglobarea tecii digitale a inelarului în teaca medială

Separarea tecii palmare a auricularului



Absența tecii palmare la tendoanele indexului și mediului

Separarea tecilor palmare (index și ultimele 3 degete)

Teacă intermediară între tecile digitopalmare (cea ulnară înglobând și partea palmară a inelarului)

Fig. 81 Tecile sinoviale palmare și digitale

Scanned with OKEN Scanner

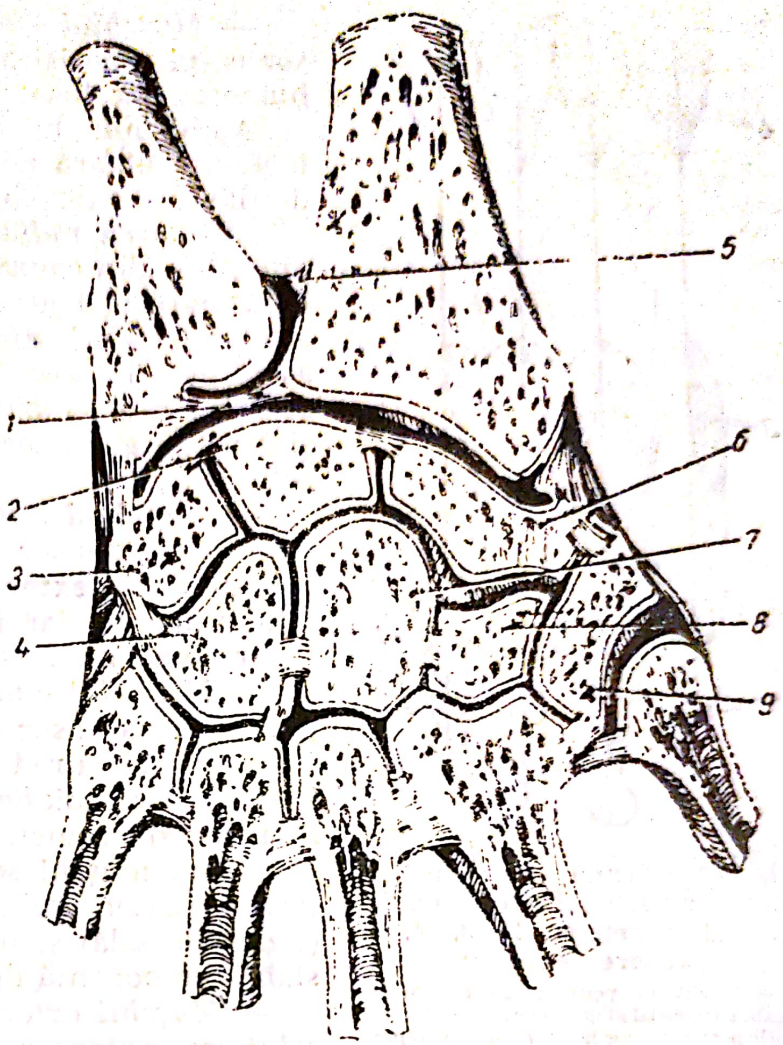


Fig. 82 Secţiune frontală prin articulaţia pumnului drept, cu cavităţile sinoviale.

1 — Discul articular; *2* — Semilunarul (Lunatum); *3* — Piramidalul (Piramidalis); *4* — Osul cu cîrlig (hamatum); *5* — Fund de sac al sinovialei; *6* — Scafoidul (navicular); *7* — Osul mare (capitatum); *8* — Trapezoidal (multangulum minus); *9* — Trapezul (multangulum majus).

originea pe oasele antebraţului, tendoanele lor trecînd prin canalul carpian pentru a ajunge la degete. Muşchii scurţi îşi au originea pe oasele carpiene, iar tendoanele lor scurte se inseră pe falange. Partea cărnoasă a acestor muşchi formează la nivelul palmei cele două eminenţe: *tenară* pentru muşchii policelui, care este mai voluminoasă, şi *hipotenară*, cuprinzînd muşchii scurţi ai degetului mic, care este mai puţin dezvoltată.

Muşchii flexori lungi ai degetelor execută şi flexia volară căreia îi imprimă în primul rînd amplitudine, iar muşchii flexori scurţi ai degetelor îi imprimă forţă.

Mişcarea de *flexie dorsală* (extensie) este mai puţin bine înzestrată cu muşchi, fiind efectuată numai de extensorii lungi ai degetelor; singurul deget prevăzut şi cu extensor scurt este policele, care este şi cel mai mobil dintre degete.

Înclinarea ulnară are o amplitudine mai mare decît cea radială, din cauză că apofizia stiloidă a ulnei este mai scurtă, în schimb forţa este mai mică întrucît mişcarea este asigurată numai de doi muşchi: *cubitalul anterior* şi *cubitalul posterior*.

— *Muşchiul cubital anterior* (m. flexor carpi ulnaris) are originea pe epitrohleea umerală şi inserţia pe osul pisiform.

Scanned with OKEN Scanner

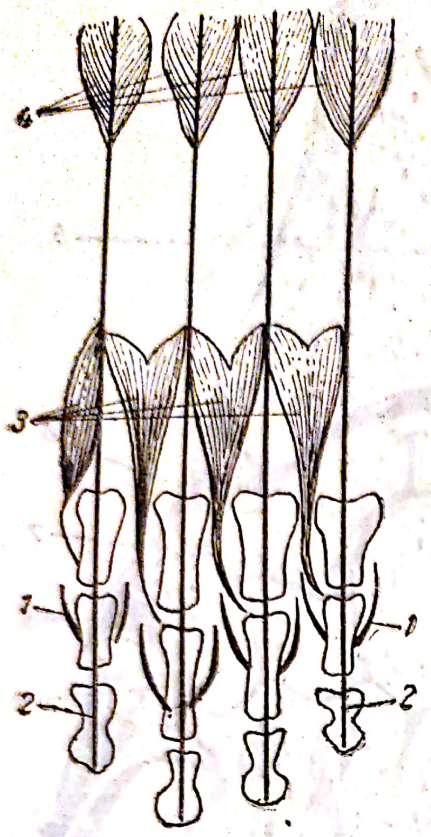


Fig. 83 Schema raporturilor dintre mușchi și tendoane la nivelul degetelor 2, 3, 4, 5 (vedere ventrală)

1 — Tendoanele perforate ale mușchiului flexor superficial al degetelor. *2* — Tendoanele perforante ale mușchiului flexor profund al degetelor. *3* — Mușchii lombricali; *4* — Mușchiul flexor profund al degetelor

— *Mușchiul cubital posterior* (m. extensor carpi ulnaris) are originea pe epicondilul humeral, iar inserția pe metacarpianul V.

Ambii mușchi au o slabă componentă de înclinare ulnară pe lîngă acțiunea principală de flexie și extensie a carpului.

Înclinarea radială, este mai mică în amplitudine, din cauză că apofiza stiloidă radială coboară mai jos și oprește mișcarea. Forța acestei mișcări este mult mai mare, fiind asigurată de șase mușchi: extensorul lung și scurt radiali ai corpului, extensorul lung și scurt și abductorii lung și scurt ai policelui.

— *Mușchiul extensor lung radial al carpului* (m. extensor carpi radialis longus) sau primul radial extern, are originea pe epicondilul humeral, iar inserția se face printr-un tendon pe fața dorsală a metacarpianului II.

— *Mușchiul extensor scurt radial al carpului* (m. extensor carpi radialis brovis) sau cel de-al doilea radial extern, are originea pe 1/3 cranială a diafizei radiale, iar inserția pe fața dorsală a metacarpianului III.

Ambii mușchi se găsesc pe marginea laterală a antebrațului și fac extensia carpului (flexia dorsală) și înclinare radială; au și o slabă componentă de supinație.

— *Mușchii extensor lung și scurt al policelui* (m. extensor policis lingus et brevis), precum și

— *Mușchii abductor lung și scurt al policelui* (m. abductor policis longus et brevis), își au originea pe fața dorsală a oaselor antebrațului, iar inserția lor se face pe metacarpianul I și falangele policelui.

Sînt extensori și abductori ai policelui, contribuie la înclinarea radială și la supinație.

Mișcările degetelor. Policele este cel mai mobil dintre degetele mîinii; în acest scop el este prevăzut pentru ficare mișcare cu cîte doi mușchi, unul lung și unul scurt, care-i asigură atît amplitudinea, cît și forța. Avem deci doi flexori, doi extensori și doi abductori. Pentru aducție avem un singur mușchi, scurtul aductor al policelui, care însă este dublat de mușchiul opozant al policelui, care continuă aducția și opune policele pe restul degetelor mîinii.

Degetele 2, 3, 4 și 5 execută flexie, extensiem abducție și aducție.

Extensia este efectuată numai de mușchi lungi; degetul 2 (arătător) și degetul mic (5) au cîte doi extensori lungi, ceea ce explică mai marea lor autonomie în mișcări.

Scanned with OKEN Scanner

Abducția este efectuată de mușchii interosoși dorsali, iar aducția de mușchii interosoși ventrali.

Flexia ultimelor patru degete este mai bine asigurată în sensul că au cîte doi flexori lungi, — unul superficial și altul profund, singurul care poate flecta și ultima falangă a degetelor. Pe tendoanele flexorului profund se inseră în regiunea palmară cîte un *mușchi lombrical* care, pe lîngă faptul că întărește forța de flexie, are și o acțiune specială, de flexie a primei falange și de extensie a ultimelor două; este mișcarea de echer a ultimelor patru degete pe palmă (fig. 83).

B. MUȘCHII ȘI ARTICULAȚIILE MEMBRELOR INFERIOARE

Sistematizînd mușchii membrelor inferioare prezentăm principalele grupe funcționale în raport cu articulațiile asupra cărora acționează.

Articulația coxo-femurală este o diartroză sferică cu trei grade de libertate: flexie-extensie, abducție-aducție și rotație externă și internă. Articulația este bine întărită de ligamente, dintre care cele mai puternice sînt pe fața ventrală: a) liga-

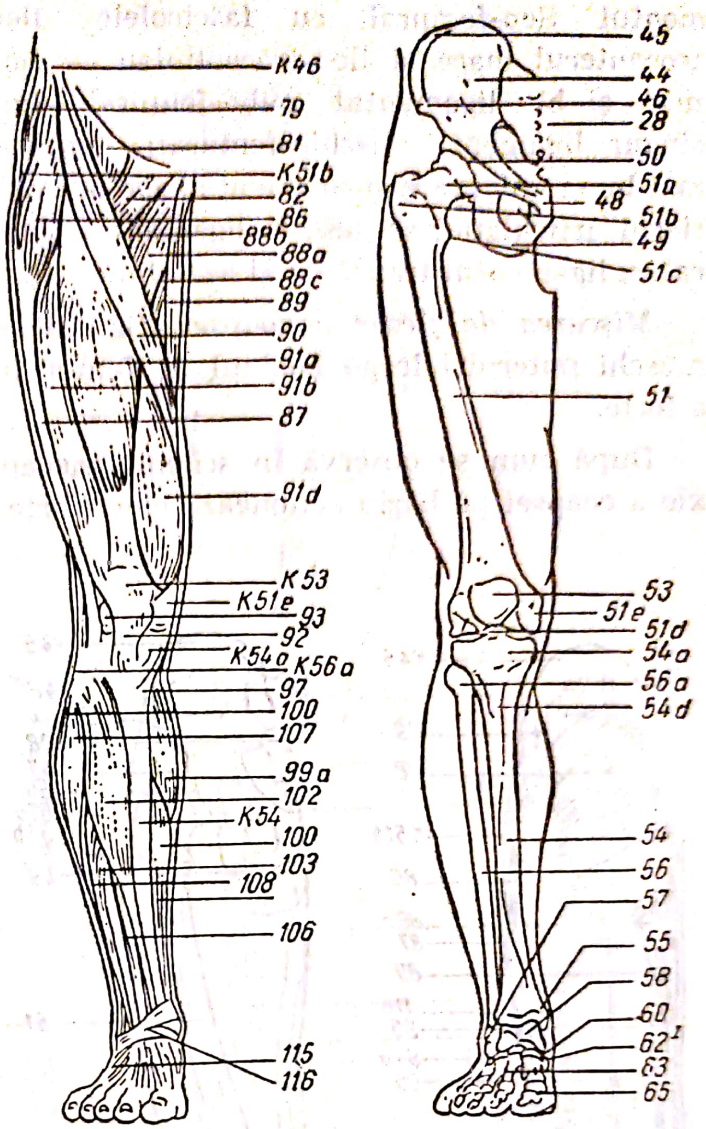


Fig. 84 Scheletul și mușchii membrului inferior — vedere ventrală — (K. Tittel)

Scheletul

44 — Fosa iliacă internă; *45* — Creasta iliacă; *46* — Spina iliacă antero superioară; *28* — Sacrum; *50* — Capul femural; *51 a* — Colul femural; *48* — Simfiza pubiană; *51 b* — Marele trochanter; *51 c* — Micul trochanter; *49* — Tuberozitatea ischiatică; *51* — femurul; *53* — rotula; *51 d* — Condilul femural lateral; *51 e* — Condilul femural medial; *54* — tibia; *54 a* — Platoul tibial; *54 d* — Protuberanța exterioară a tibiei; *55* — Maleola tibiei; *56* — Fibrele; *57* — Maleola fibulei; *58* — Astragalul; *60* — scafoidul; *62* — cuneiformul I; *63* — metatarsienele; *65* — falangele.

Mușchii

K 46 — Spina iliacă exterioară și superioară; *79* — m. fesier mijlociu; *81* — m. pectineu; *82* — m. ileopsoas; *K 51 b* — marele trochanter; *86* — m. tensor al fasciei late; *88 a* — m. tensor lung; *88 b* — m. scurt; *88 c* — m. tensor al fasciei mare; *89* — m. gracilis; *90* — m. croitor; *81 a* — m. drept femural; *91 b* — m. vast lateral; *91 d* — m. vast medial; *87* — Tractul ileotibial; *K 53* — Rotula; *K 51 e* — Condilul femural intern; *92* — Tendonul rotulian; *93* — Tuberculul lui Gérdy; *K 54 a* — Platoul tibial; *K 56* — Capul fibulei; *97* — Laba de gîscă superficială; *100* — m. soleus; *107* — m. fibular lung; *99 a* — m. gemen intern; *102* — m. tibial anterior ; *K 54* — tibia; *103* — m. extensor comun al degetelor; *108* — m. fibular scurt; *106* — m. extensor propriu haluce; *115* — m. pedios; *116* — Ligamentul transvers al tarsului;

Scanned with OKEN Scanner

mentul ileo-femural cu fascicolele ileo-trocanterian cu inserția pe trocanterul mare și ileo-trocantinian — care se fixează pe trocantorul mic și b) ligamentul pubo-femural. Pe fața dorsală se găsește un singur ligament: ischio-femural; explicația acestui fapt constă în mai buna asigurare a articulației cu mușchi pe fața ei dorsală. În interiorul articulației se găsește ligamentul rotund, care unește capul femural cu ligamentul transvers al acetabulei (fig. 88, 89, 90).

Mișcarea de flexie a coapsei (fig. 91) este bine asigurată mecanic; mușchi puternici leagă bazinul de femur în diferite puncte de aplicare a forței.

După cum se observă în schema mecanică, pentru mișcarea de flexie a coapsei pe bazin acționează cinci forțe cu punctele de aplicare gru-

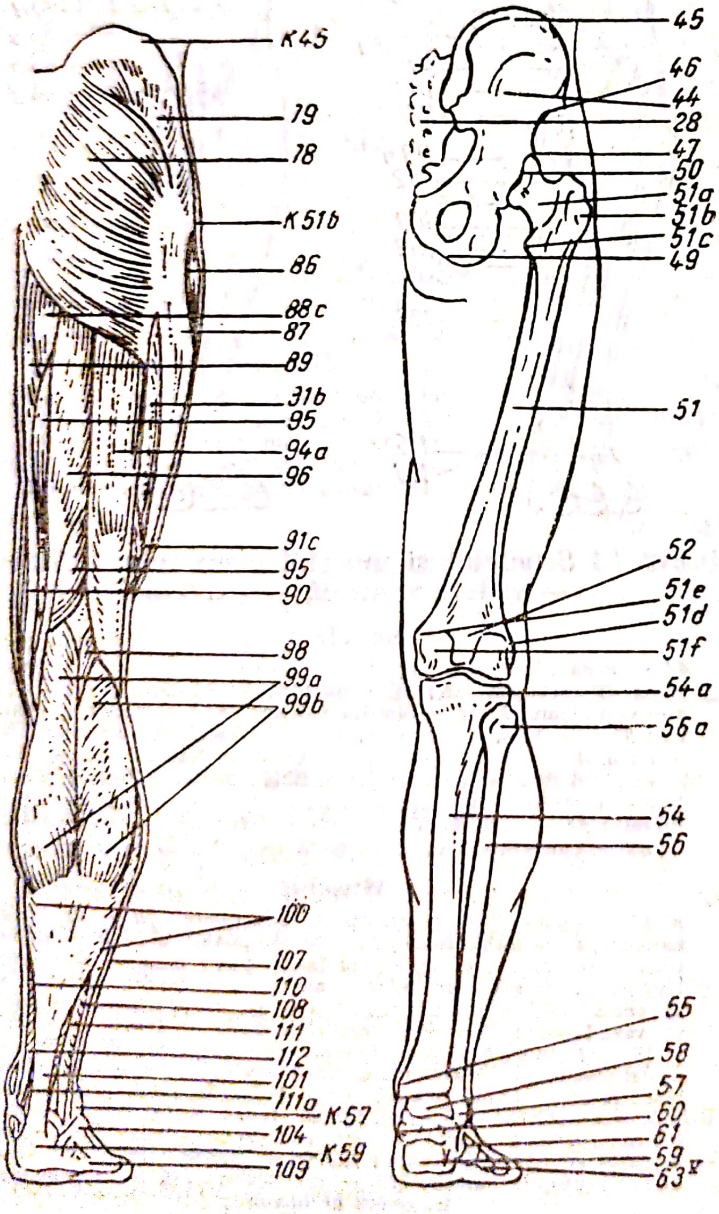


Fig. 85 Scheletul și mușchii membrului inferior — vedere dorsală — (După K. Tittel)

Scheletul

28 — Sacrum; *44* — Fosa iliacă externă; *45* — Creasta iliacă; *46* — Spina iliacă anterioară și superioară; *47* — Spina iliacă anterioară și inferioară; *48* — Pubisul; *49* — Ischionul; *50* — Capul femural; *51* — Femurul; *51 a* — Colul femural; *51 b* — Marele trocanter; *51 c* — Micul trocanter; *51 d* — Epicondilul lateral; *51 e* — Epicondilul medial; *51 f* — Condilii femurali; *52* — Spațiul intercondilian; *53* — Rotula; *54* — Tibia; *54 a* — Epifiza proximală a tibiei; *54 d* — Protuberanța anterioară a tibiei; *55* — Maleola internă; *56* — Peroneul; *56 a* — Capul peroneului; *57* — Maleola externă; *48* — Astragalul; *59* — Calcaneul; *60* — Scafoidul; *61* — Cuboidul; *62* — Cuneiformele I, II și III; *63* — Metatarsienele; *63 v* — Metatarsianul V; *65* — Falangele.

Mușchii

K 45 — Creasta iliacă; *78* — Marele fesier; *79* — Fesierul mijlociu; *K 51 b* — Spina iliacă antero superioară; *86* — Mușchiul tensor al fasciei late; *87* — Tractul ileo-tibial; *88 c* — m. aductor mare; *89* — m. gracilis; *91 b* — m. vast extern; *94 a* — m. biceps femural; *95* — m. semimembranos; *96* — m. semitendinos; *91 a* — tractul ileo- tibial; *90* — m. croitorul; *98* — m. popliteu; *99 a* — m. gemen intern; *99 b* — m. gemen extern; *100* — m. soleus; *107* — m. fibular lung; *108* — m. fibular scurt; *110* — m. tibial posterior; *111* — m. flexor propriu haluce; *112* — m. tibial posterior; *101* — tendonul lui Ahile; *111 a* — tendonul tibialului posterior; *K 57* — maleola fibulară; *104* — m. fibular al treilea; *K 59* — Calcaneul; *109* — metatarsian V.

Scanned with OKEN Scanner

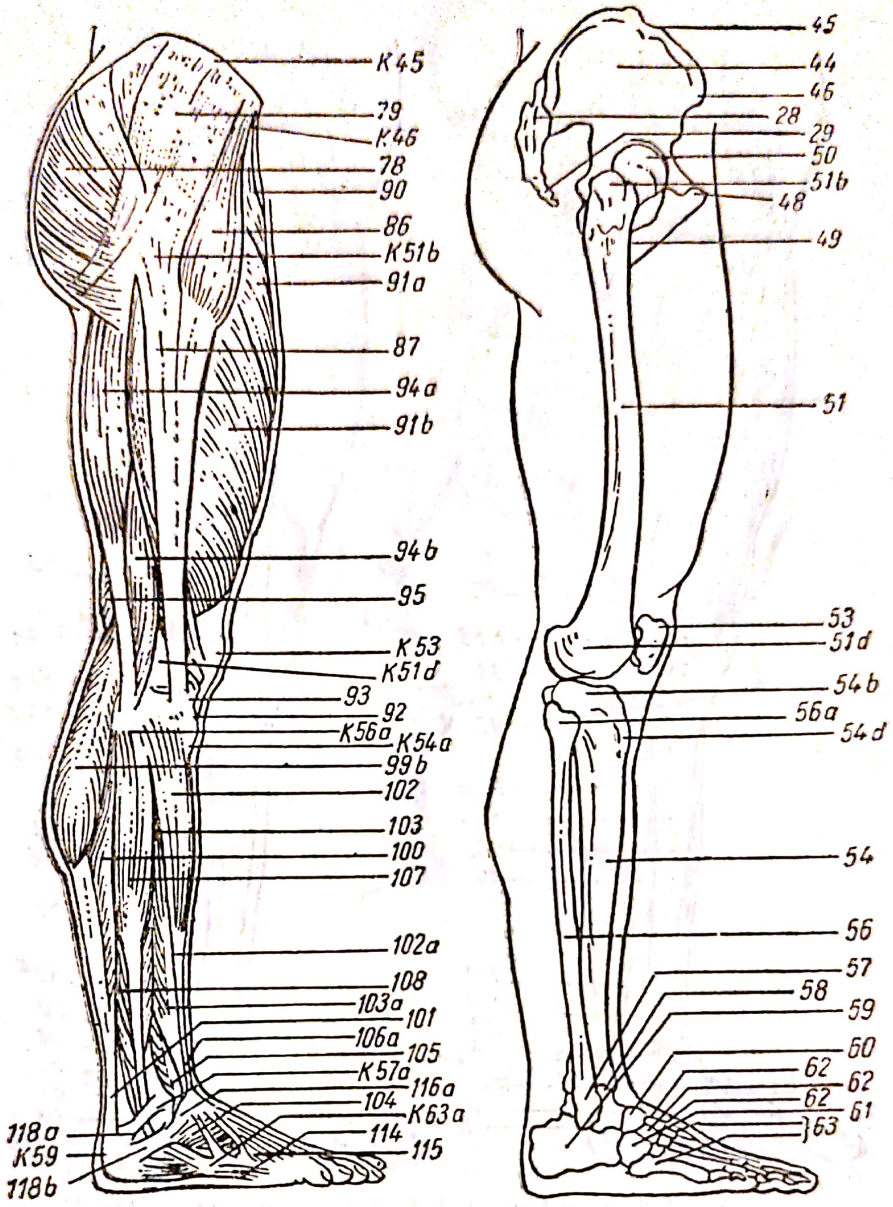


Fig. 86 Scheletul și musculatura membrului inferior — vedere medială — (După K. Tittel)

Scheletul

28 — Sacrum; *29* — Coccis; *46* — Spina iliacă anterioară și superioară; *48 a* — Pubisul; *49 a* — Ischionul; *51* — Femurul; *51 a* — Condilul medial; *53* — Rotula; *54 c* — Tibia; *54 d* — Protuberanța anterioară a tibiei; *56 a* — Capul peroneului; *54* — Tibia; *56* — Peroneul; *55* — Maleola tibiei; *58* — Astragal; *59* — Calcaneu; *60* — Scafoidul; *621* — Cuneiform I; *622* — cuneiform II; *631* — metatarsian I.

Mușchii

K 46 — Spina iliacă anterioară și superioară; *81* — Mușchiul ileo-psoas; *83* — Mușchiul piriform; *84* — Mușchiul obturator intern; *K 48 a* — Simfiza pubiană; *K 49 a* — Ischionul; *78* — Mușchiul marele fesier; *88 a* — Mușchiul aductorul scurt; *88 c* — Mușchiul aductorul mare; *95* — Mușchiul semimembranos; *96* — Mușchiul semitendinos; *89* — Mușchiul aductorul lung; *90* — Mușchiul croitor; *91 a* — Mușchiul anterior; *91 d* — Mușchiul vastul medial; *94* — Mușchiul biceps femural; *K 53* — Rotula; *92* — Tendonul rotulian; *93* — Masa grăsoasă a genunchiului; *99 a* — Mușchiul gemen intern; *K 54* — tibia; — *100* Mușchiul solear; *102* — Mușchiul tibial anterior; *110* — Mușchiul flexor comun al degetelor; *111* — Mușchiul flexor propriu haluce; *112* — Mușchiul tibial posterior; *113* — Mușchiul abductor haluce; *101* — Tendonul lui Achile; — *116* Ligamentul transvers al tarsului; *K 55* — Maleola internă; *K 59* — Calcaneul.

Scanned with OKEN Scanner

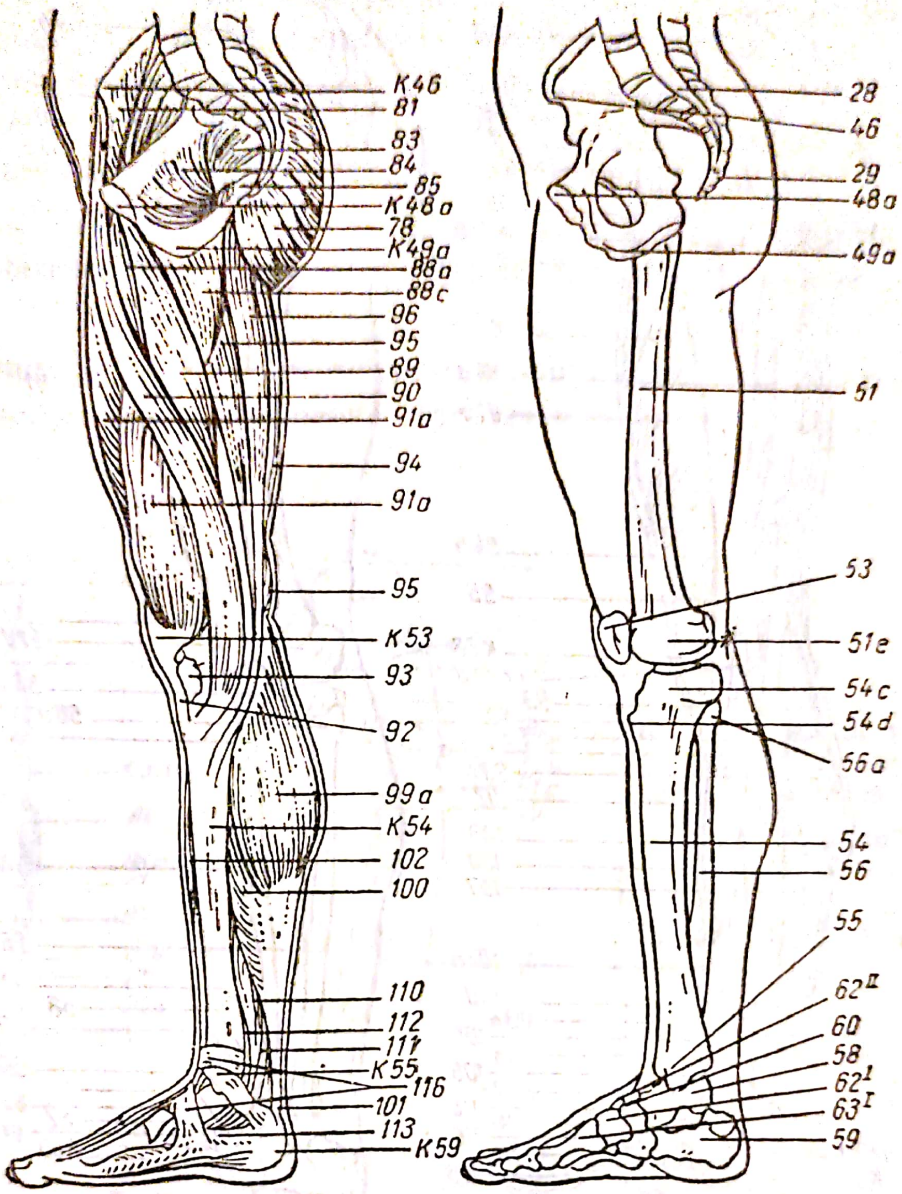


Fig. 87 Scheletul și mușchii membrului inferior — vedere laterală — (K. Tittel)

Scheletul

44 — Fosa iliacă externă; *45* — Creasta iliacă; *46* — Spina iliacă antero-superioară; *28* — Sacrum; *29* — Coccis; *50* — Capul femural; *51 b* — Marele trochanter; *48* — Pubisul; *49* — Isahionul; *51* — Femurul; *51 d* — Condilul femural extern; *53* — Rotula; *54 b* — Platoul tibial; *54 d* — Pretuberanța exterioară a tibiei; *56 a* — Capul fibulei; *54* — Tibia; *56* — Fibula; *57* — Maleola fibulei; *58* — Astragalul — *59* — Calcaneul; *60* — Scafoidul; *61* — Cuboidul; *62* — Cele 3 Cuneiforme; *63* — Metatarsienele.

Mușchii

K 45 — Creasta iliacă; *K 46* — Spina iliacă antero superioară; *78* — M. marele fesier; *79* — M. fesier mijlociu; *90* — M. croitor; *86* — M. tensor fascia lata; *K 51 b* — Marele trochanter; *87* — Tractul ileo-tibial; *91 b* — M. vast lateral; *94 a* — M. biceps femural (lunga porțiune); *94 b* — M. biceps femural — Scurta porțiune; *95* — M. semimembranos; *K 53* — Rotula; *K 51 d* — Epicondil lateral femur; *92* — Tendonul rotulian; *93* — Tuberculul lui Gérdy; *K 54 a* — Tuberozitatea tibiei; *K 56 a* — Capul peroneului; *99 b* — m. semen lateral; *102* — M. tibial anterior, *103* — M. extensor comun al degetelor; *100* — M. soleus; *107* — M. fibular lung; *102 a* — Tendonul tibialului anterior; *108* — Fibular scurt; *103 a* — Tendonul extensorului comun; *101* — tendonul lui Achile; *106 a* — Tendonul extensorului halucelui; *105* — M. fibular al treilea; *K 57 a* — Maleola fibulară; *116 a* — Ligamentul transversal al tarsului; *104* — M. pedios; *K 63 a* — Apofiza stiloidă metatars V; *114* — M. Flexor scurt deget V; *115* — Tendoanele extensorilor.

Scanned with OKEN Scanner

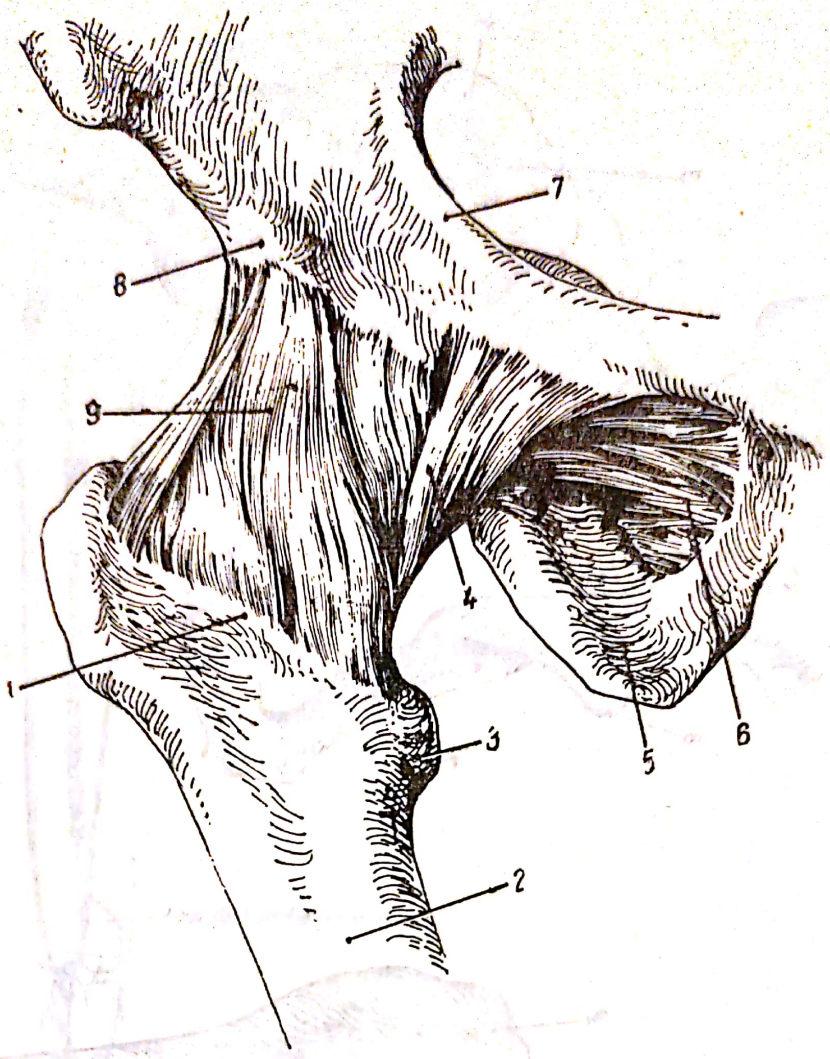


Fig. 88 Articulația coxofemurală, vedere anterioară

1 — Linia intertrohanteriană; *2* — Femurul; *3* — Trohanterul mic; *4* — Ligamentul pubofemural; *5* — Ischionul; *6* — Membrana obturatorie; *7* — Eminența ilio-pubiană; *8* — Spina iliacă antero-inferioară; *9* — Ligamentul ileo- femural.

pate două în treimea superioară a pîrghiei de genul 3 reprezentată de femur, iar trei pe tibie, depălind femurul.

Ileopsoasul (1) (m. ileo-psoas), cu originea pe coloana vertebrală lombară (psoas și în fosa iliacă internă, (iliacul; după ce iese din bazin pe sub ligamentul inghinal, se inseră printr-un tendon comun pe micul trohanter. Din punct de vedere mecanic, mînuiește un braț de pîrghie scurt, cea ce implică o mare pierdere de forță, însă un cîștig în deplasare (amplitudine), mai execută și alte mișcări.

Pectineul (2) (m. pectineus), cu originea pe creasta pectineală a osului coxal și inserția liniei de trifurcație medială a liniei aspre a femurului. Trecînd ventral de axul mișcării, pectineul are o slabă componentă de flexie; forța sa se descompune în alte componente de mișcare pe care le vom arăta la mișcările respective.

Scanned with OKEN Scanner

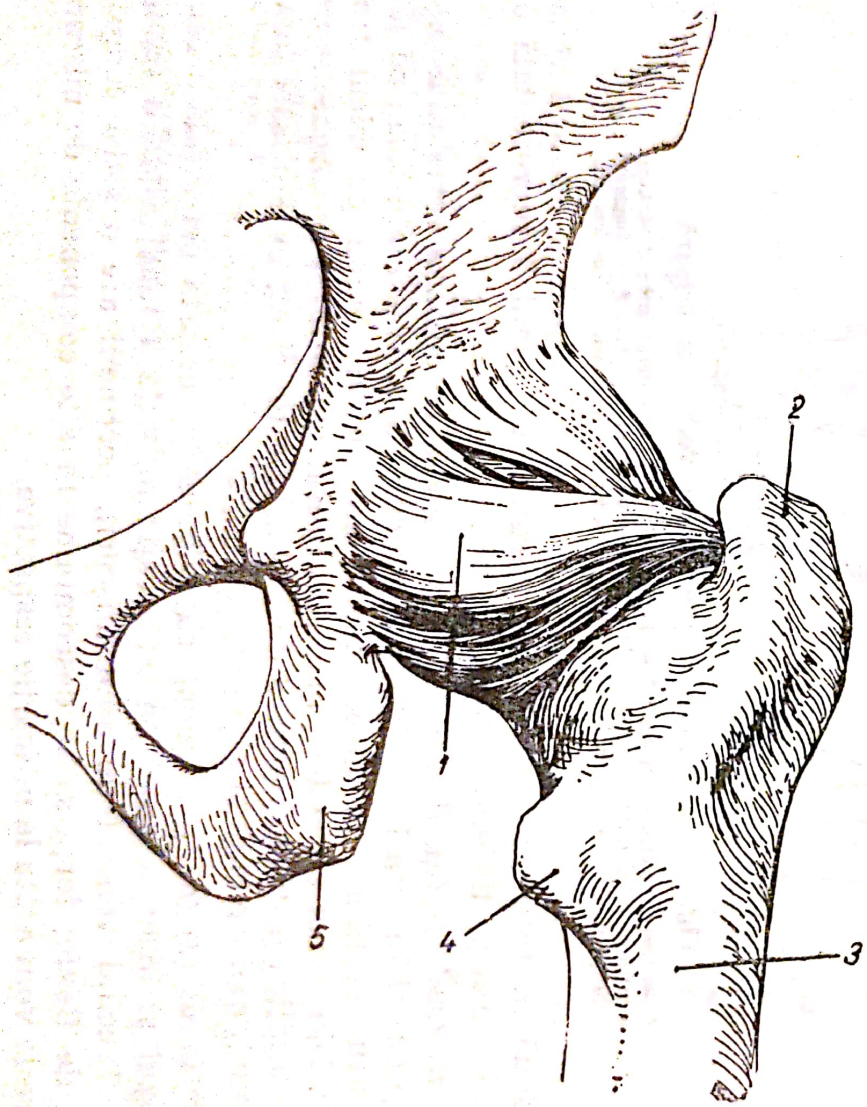


Fig. 80. Articulația coxofemurală dreaptă, vedere posterioară
— Ligamentul ischiofemural; *2* — Trohanterul mare; *3* — Femurul; *4* — Trohanterul mic; *5* — Tuberozitatea ischiatică.

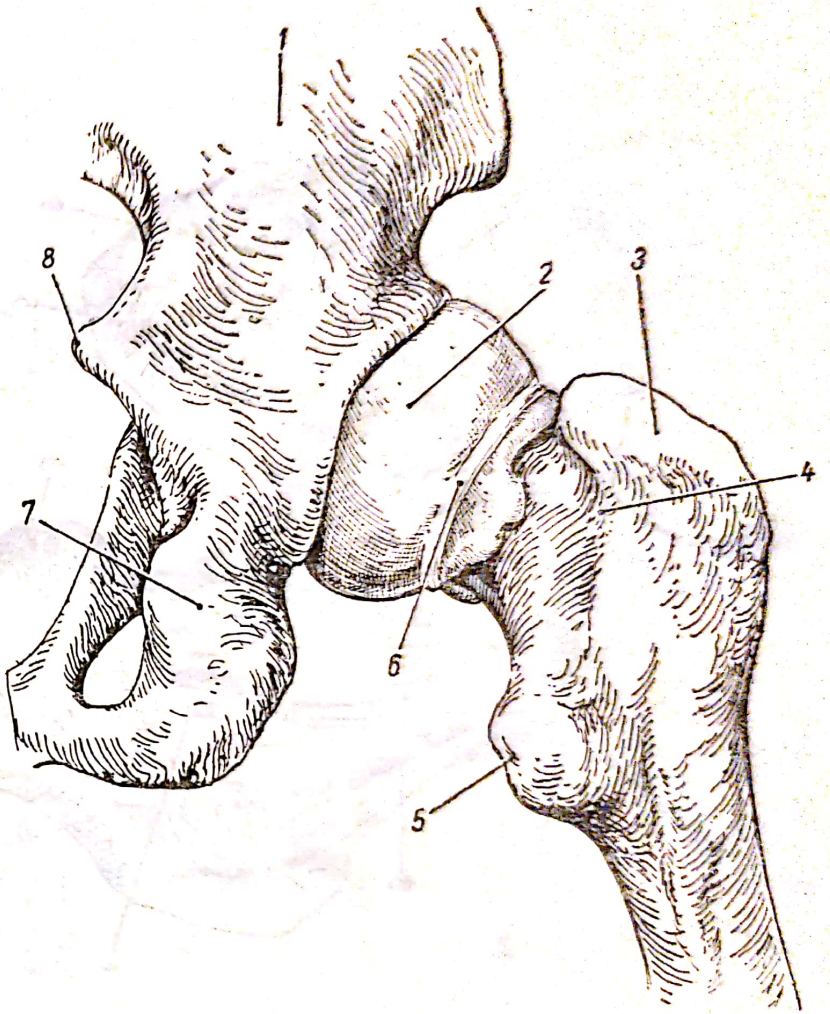


Fig. 90. Cavitatea sinovială a articulației coxo-femurale drepte (destinsă)
1 — Osul ileon; *2* — Membrana sinovială destinsă; *3* — Trohanterul mare; *4* — Creasta intertrohanteriană; *5* — Trohanterul mic; *6* — Zona orbiculară; *7* — Tuberozitatea ischiatică; *8* — Spina ischiatică.

Scanned with OKEN Scanner

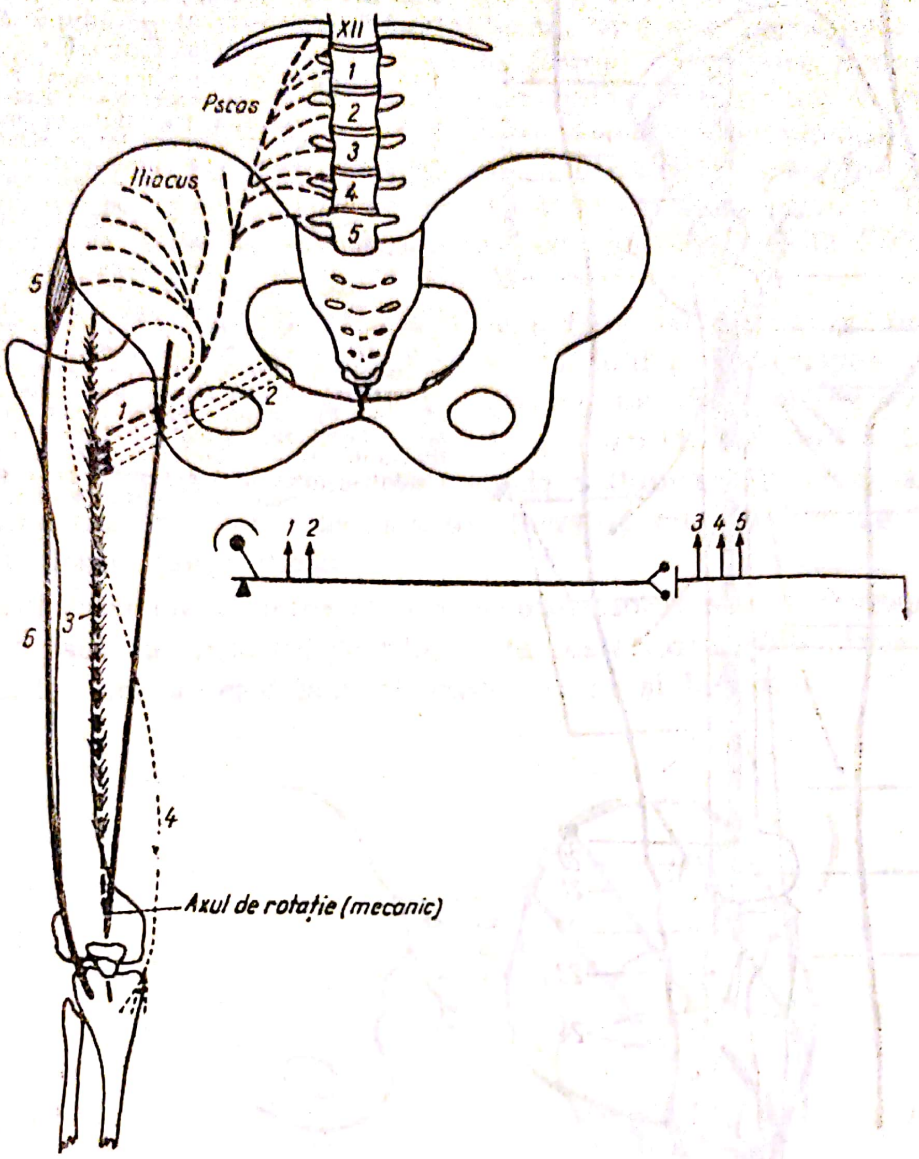


Fig. 91 Schema mecanică a mișcării de flexie a coapsei pe bazin

1 — Mușchiul psoas—iliac; *2* — Mușchiul pectineu; *3* — Dreptul femural; *4* — Mușchiul croitor; *5* — Mușchiul tensor al fasciei lata; *6* — Tractul ileo-tibial.

Dreptul femural (3) (m. rectus femoris) component principal al mușchiului cuadriceps femural, cu originea pe spina iliacă anterioară și inferioară, iar inserția pe baza rotulei; iar prin tendonul rotulian pe tuberozitatea anterioară a tibiei, are o componentă de flexie a coapsei puternică, întrucît prin tendonul rotulian se fixează pe tibie și acționează la brațul liber al pîrghiei, departe de axul mișcării de flexie. Acest mușchi execută în același timp cu flexia coapsei și extensia gambei, fiind una din principalele forțe care asigură echerul din poziția atîrnat, șutul la fotbal etc.

Croitorul (4) (m. sartorius), cel mai lung mușchi din corpul omului, are originea pe bazin, spina iliacă anterioară și superioară traversează

Scanned with OKEN Scanner

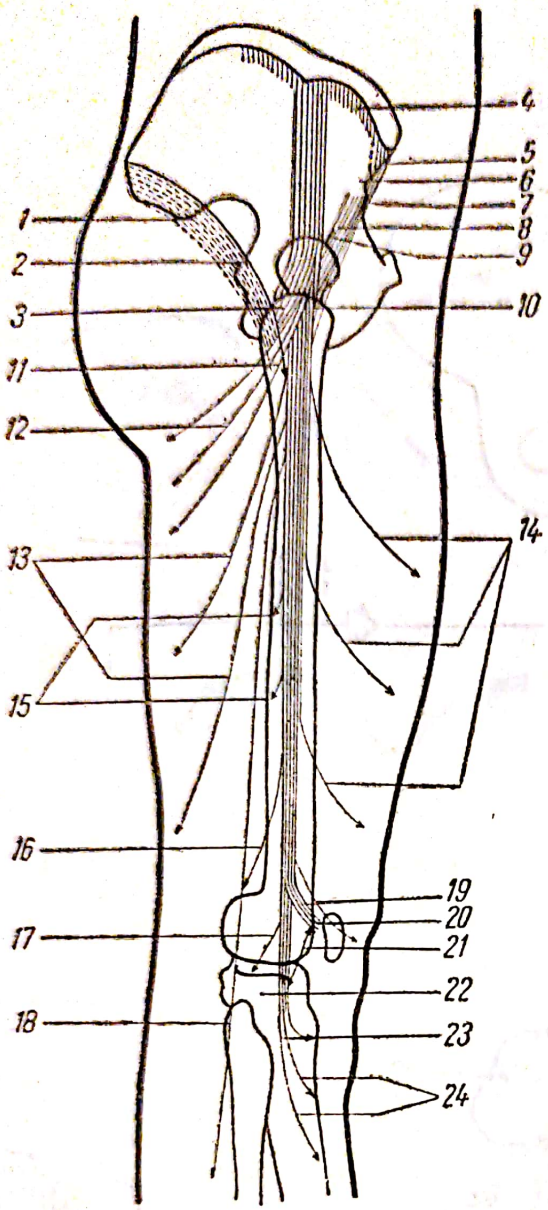


Fig. nr. 92 — Componentele anatomice ale tractului ileo-tribal — (după Fr. I. Rainer și Floru E.)

1 — Mușchiul glutaeus maximus; *2* — Fascicole fesiere inserate pe tract; *3* — Fascicole ileo-glutane; *4* — Inserția tractului pe creasta iliacă; *5* — Fascicole ce acoperă tensorul; *6* Inserția pe marginea ventrală a coaxului; *7* — Mușchiul tensor al fasciei lata; *8* — Fascicolul profund al tractului; *9* — Inserția pe fosa iliacă externă; *10* — Fascicolul ileotibial direct; *11* — Inserția marelui fesier pe femur; *12* — Fascicole în evantai ce întîlnesc fascia glutaeofemurală; *13* — Fascicole, subfascicole dorsale; *14* — Fascicole subfascicole ventrale; *15* — Fascicole femorale (pe linia aspră); *16* — Fascicole condilian; *17* — Fascicol meniscal; *18* — Fascicole subfascicole crurale; *19* — Fascicolul patelar superficial; *20* — Fascicolul patelar profund; *21* — Fascicolul patelo-tibial de legătură; *22* — Fascicolul tibial (Gérdy) pe tuberculul tractului; *23* — Fascicolul tuberozitar (pe tuberozitatea anterioară a tibiei); *24* — Fascicolul tibial (pe creasta tibiei).

în diagonală coapsa și se inseră pe tuberculul medial al tibiei printr-o formație tendinoasă numită *laba de gîscă*. Mînuind extremitatea liberă a pîrghiei, deși nu este un mușchi puternic, contribuie la amplitudinea mișcării de flexie a coapsei pe bazin.

Tensorul fasciei late (5) (m. tensor facial lata), mușchi scurt, cu originea pe creasta iliacă și inserția pe *tractul ileo-tibial* (fig. 92) pe tibie, tuberculul Gerdy. Ca și croitorul, flectează coapsa, imprimînd amplitudine mișcării.

Mișcarea de extensie a coapsei (fig. 93) este asigurată de o serie de mușchi situați pe fața dorsală a coapsei. Ca și mișcarea de flexie, are o bună asigurare mecanică, cu diferite puncte de aplicare a forței.

După cum observăm în schema mecanică, mișcarea de extensie a coapsei pe bazin este efectuată de cinci forțe, dintre care una, care este și cea mai puternică, mînuiește un braț de forță scurt, iar celelalte patru mînuiesc extremitatea liberă a pîrghiei femurale.

Scanned with OKEN Scanner

Marele fesier (1) (m. ghetaerus maximus), cel mai puternic mușchi din corp, cu originea pe fesa iliacă externă, osul sacrum și ligamentele sacro-spinos și sacro-tuberos, își trimite fibrele oblic către marele trocanter și tractul ileo-tibial. Este cel mai puternic extensor al coapsei, asigură staţiunea verticală, iar prin tract, blochează genunchiul în extensie. Împreună cu alți mușchi, asigură impulsia de la sol, fiind prin aceasta un mușchi important al mersului, alergării și săriturilor. Întrucît mînuiește un braț de forță mic, el lucrează cu pierdere de forță, însă cîștig de amplitudine.

Mușchiul biceps femural (2) (m. biceps femoris) este lung, fusiform, puternic, cu originea pe tuberozitatea ischionului și linia aspră a femurului și inserţia pe apofiza stiloidă a peroneului. Este un extensor al coapsei și flexor al gambei. Ca extensor al coapsei, mînuind extremitatea distală a pîrghiei, își epuizează repede acţiunea. Ca flexor al gambei, mînuind un braț scurt de pîrghie, lucrează cu pierdere de forță și cîștig de deplasare (amplitudine).

Mușchiul semi-membranos (3) (m. semimembranosus), cu aceeași origine ca bicepsul, iar inserţia pe tibia, fața posterioară, prin „laba de gîscă" profundă. Are aceeași acţiune mecanică ca și bicepsul.

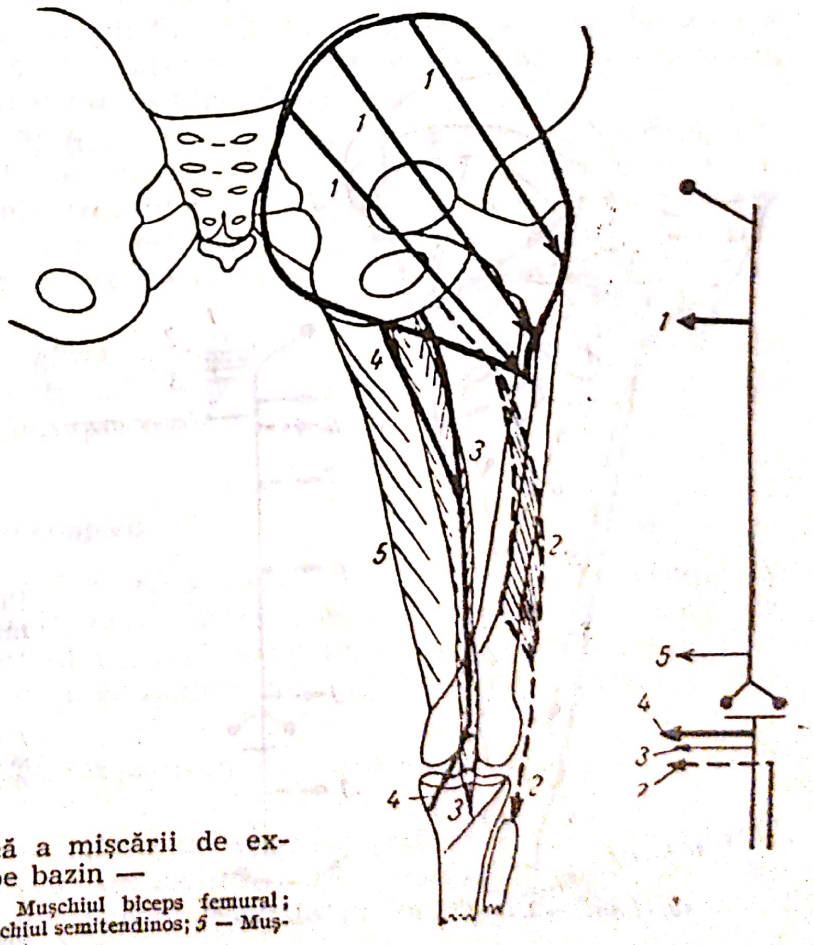


Fig. 93 — Schema mecanică a mișcării de extensie a coapsei pe bazin —
1 — Mușchiul marele fesier; *2* — Mușchiul biceps femural; *3* — Mușchiul semimembranos; *4* — Mușchiul semitendinos; *5* — Mușchiul marele aductor.

Scanned with OKEN Scanner

Mușchiul semi-tendinos (4) (m. semitendinosus), cu aceeași origine ca primii, se inseră printr-un lung tendon pe tibia prin laba de gîscă superficială. Are aceeași acțiune mecanică ca bicepsul.

Marele aductor (5) (m. aductor magnus) cu origine pe ischion, și inserția pe tuberculul tractului al condilului medial femural, are o slabă acțiune de extensie a coapsei, care se epuizează repede.

Mișcarea de abducție a coapsei (fig. 94) este asigurată de mai mulți mușchi pelvi-trohanterieni, precum și de cei trei fesieri. Toți aceștia lucrează în condiții mecanice grele, întrucît mînuiesc brațe de forțe scurte. Mușchii abductori ai coapsei mai îndeplinesc un rol important în mers, înclinînd bazinul pe piciorul de sprijin, pentru a aduce verticala C.G.G. în interiorul bazei de sprijin; ei asigură astfel oscilațiile laterale ale C.G.G.

Figura 94 arată cu claritate jocul forțelor mecanice care asigură abducția și aducția coapsei. După cum se vede, aducția este mai bine asigurată mecanic, avînd punctele de aplicare ale forțelor dispuse pe toată lungimea pîrghiei reprezentată de femur. În schimb, abducția are dispuse toate forțele la extremitatea superioară a pîrghiei, în vecinătatea punctului de sprijin. Din acest motiv, abducția dezvoltă o forță mai mică.

Aducția coapsei este asigurată de următorii mușchi:

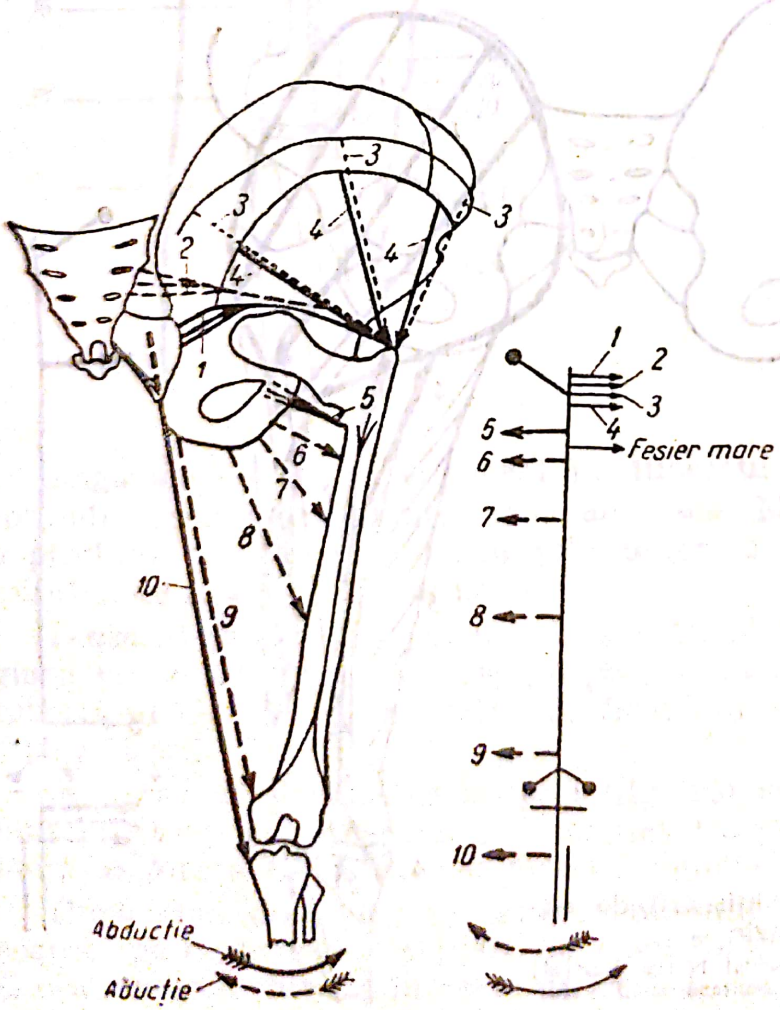


Fig. 94 — Schema mecanică a mișcărilor de aducție și abducție a coapsei —

Aducția:

1 — Mușchiul obturator intern și cei doi mușchi gemeni sateliți; *2* — Mușchiul piriform; *3* — Mușchiul fesier mijlociu; *4* — Mușchiul fesier mic; Mușchiul fesier mare.

Abducția:

5 — Mușchiul ileo-psoas; *6* — Mușchiul pectineu; *7* — M. aductorul scurt; *8* — M. aductorul lung; *9* — M. aductorul mare; *10* — M. gracilis.

Scanned with OKEN Scanner

— *Ileopsoasul* (5) (m. ileo-psoas) care, deşi mînuieşte un braţ de forţă mic, execută o puternică aducţie, contribuind totodată la asigurarea amplitudinii mişcării.

— *Pectineul* (6) (m. pectineus) care, prin direcţia fibrelor sale, asigură aducţia prin componenta sa de forţă cea mai mare; celelalte componente, flexia şi rotaţia externă, sînt mult mai slabe.

— *Aductorul scurt* (7) (m. adductor brevis), *aductorul lung* (8) (m. adductor longus) şi *marele aductor* (9) (m. adductor magnus). Cei trei aductori îşi au originea pubis, ramura ischiopubiană şi ischeon, coboară oblic în jos şi în afară şi se inseră pe linia aspră a femurului. Sînt principalii aductori ai coapsei, epuizîndu-şi forţa în cea mai mare parte pentru această mişcare. Cei trei aductori mai au şi o slabă componentă de rotaţie externă a coapsei, iar marele aductor efectuează şi o slabă extensie a coapsei.

— *Gracilis* (10) (m. gracillis) sau dreptul intern, cu originea pe pubis are o componentă de aducţie şi una de flexie a gambei, întrucît se inseră pe tibie prin laba de gîscă superficială, împreună cu croitorul şi semitendinosul.

Abducţia coapsei este asigurată de următorii muşchi:

— *Obturatorul intern* (m. obturator internus) cu originea marginea găurii obturatoare şi cei *doi gemeni* (m. gemellus) sateliţi ai tendonului său reflectat pe incisura ischiatică (1); inserîndu-se în gropiţa digitală de pe marele trocanter, el are un slab moment pentru abducţia coapsei.

— *Muşchiul piriform* (m. piriformis), cu originea pe faţa ventrală a osului sacrum, iese din bazin, inserîndu-se pe vîrful marelui trocanter, are de asemenea un moment mic pentru abducţie.

— *Fesierul mijlociu* (3) (m. glutaeus medius) şi *fesierul mic* (4) (m. glutaeus minimus) cu originea pe fesa iliacă externă, au formă de evantail şi se inseră pe marele trocanter sînt printre cei mai puternici abductori; forţa de abducţie nu este prea mare, întrucît condiţiile de pîrghie determină o mare pierdere de forţă şi, în schimb, o creştere în deplasare (amplitudine).

— *Fesierul mare* (m. glutaeus maximus) este cal mai puternic abductor al coapsei; de menţionat, faptul că marele fesier face abducţie numai cu fibrele situate deasupra axului sagital al mişcării.

Mişcările de rotaţie ale coapsei

Mişcările de rotaţie ale femurului se fac în jurul axului mecanic şi nu în jurul axului anatomic, care coincide cu direcţia diafizei femurale. Axul mecanic uneşte centrul capului femural, cu spaţiul intercondilian; el este oblic şi face cu axul anatomic un unghi ascuţit deschis în sus. Fig. 95.

Muşchii care rotesc lateral sau medial coapsa se dispun în jurul acestui ax.

Mişcarea de rotaţie medială este asigurată numai de trei muşchi: tensorul fasciei late, fesierul mijlociu şi mic (prin fasciculele lor ventrale). Este o mişcare care nu dezvoltă o forţă mare, fiind de cîteva ori mai mică decît rotaţia laterală.

Scanned with OKEN Scanner

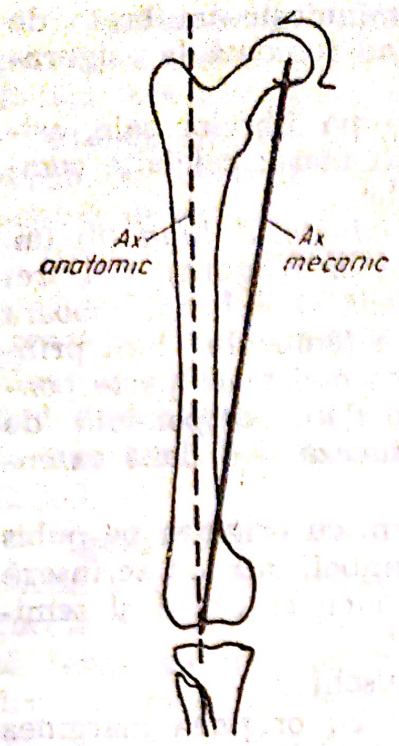


Fig. 95 Cele două axe ale femurului: axul mecanic și axul anatomic.

Mișcarea de rotație laterală este foarte puternică, fiind asigurată de componentele rotatorii a 13 mușchi, unul singur epuizîndu-și întreaga forță pentru rotația externă: mușchiul pătrat femural. Mușchii care au numai componeneta de rotație externă sînt: fesierul mare, mijlociu și mic, aductorul lung, scurt și mare; obturatorul extern, ileo-psoasul, pectineul, croitorul, obturatorul intern și cei doi gemeni sateliți.

Slaba înzestrare cu mușchi pentru rotație medială a determinat apariția pe fața ventrală a articulației coxo-femurale a unor ligamente puternice (ileofemural, pubo-femural) care să o protejeze în mișcările forțate de rotație externă. Numărul mare de mușchi situați pe fața dorsală a articulației, dintre care mulți îndeplinesc și rolul de ligamente active, reușește să asigure în condiții optime protecția articulației în mișcările forțate de rotație medială. Totodată acest fapt a determinat apariția pe fața dorsală a articulației unui singur ligamnt, — ischiofemural. —

Mecanica mișcărilor în articulația genunchiului

Articulația genunchiului (fig. 96, 97), cea mai mare articulație din corpul omului, este o diartroză de tip trohleo-condiloartroză. Din acest motiv ea permite numai mișcări de flexie-extensie, iar după ce s-au parcurs 60° de flexie sînt posibile și ușoare mișcări de rotație medială și laterală.

În mecanica mișcărilor articulației genunchilor intervin o serie de formațiuni speciale, care-i conferă particularități deosebite. Aceste formațiuni sînt:

1. *Meniscurile* — două la număr — de formă semilunară, sînt fibro-cartilagii învelite de un strat subțire de cartilaj hialin, ce se interpun între platoul tibial și condilii femurului (fig. 98). Meniscurile aderă prin periferia lor la capsula articulară și prezintă ușoare mișcări de alunecare înainte și înapoi pe platoul tibial cu care fac corp comun. Condilii femurali alunecă și rulează pe suprafața cranială a meniscurilor.

2. *Condilii femurali* sînt inegali ca formă, cel extern fiind mai rotund, iar cel intern mai alungit, coborînd în același timp mai jos. În timpul mișcărilor de rostogolire, a condililor, cel intern parcurge o circumferință mai mare decît cel extern, întrucît este mai alungit. Forma condililor nu este sferică, ci elipsoidală, ceea ce determină existența mai multor raze de rotație.

3. *Ligamente* puternice întăresc capsula articulară. Ligamentele încrucișate nu permit deplasările înainte și înapoi; ligamentele colaterale

Scanned with OKEN Scanner

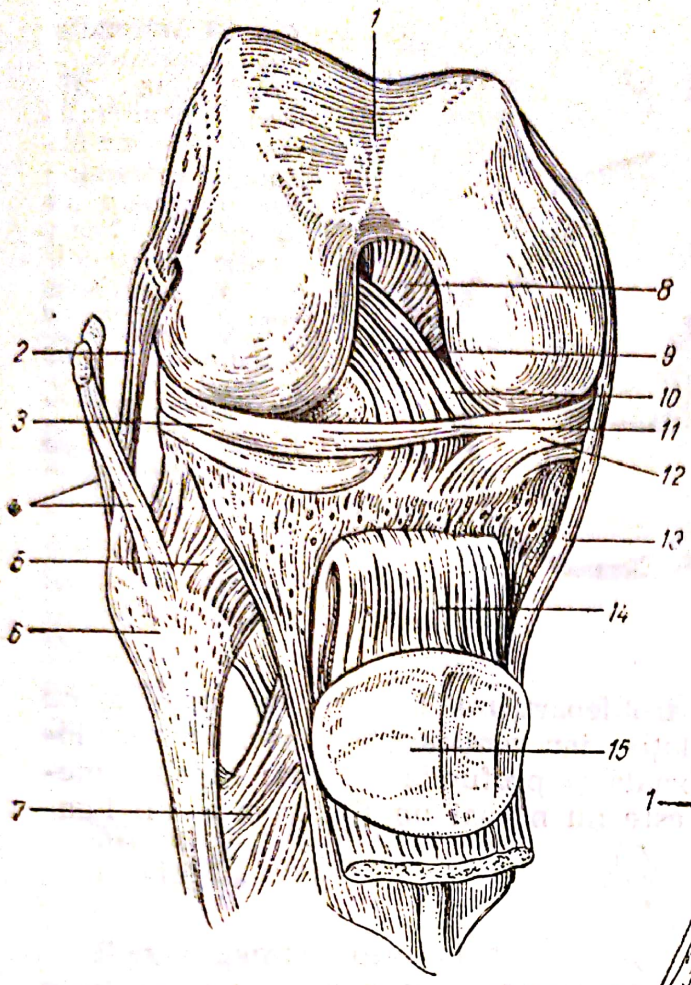


Fig. 96 Articulația genunchiului, cu capsula deschisă (vedere ventrală)

1 — Trohleea femurală; *2* — Ligamentul colateral extern; *3* — Meniscul extern; *4* — Inserția bicepsului femural; *5* — Ligamentul tibio-fibular ventral; *6* — Capul fibulei; *7* — Membrana interosoasă; *8* — Ligamentul încrucișat posterior; *9*, *10* — Ligamentul încrucișat anterior; *11* — Ligamentul intermeniscal; *12* — Ligamentul meniscotibial; *13* — Ligamentul colateral intern; *14* — Tendonul rotulian; *15* — Rotula (rabatată)

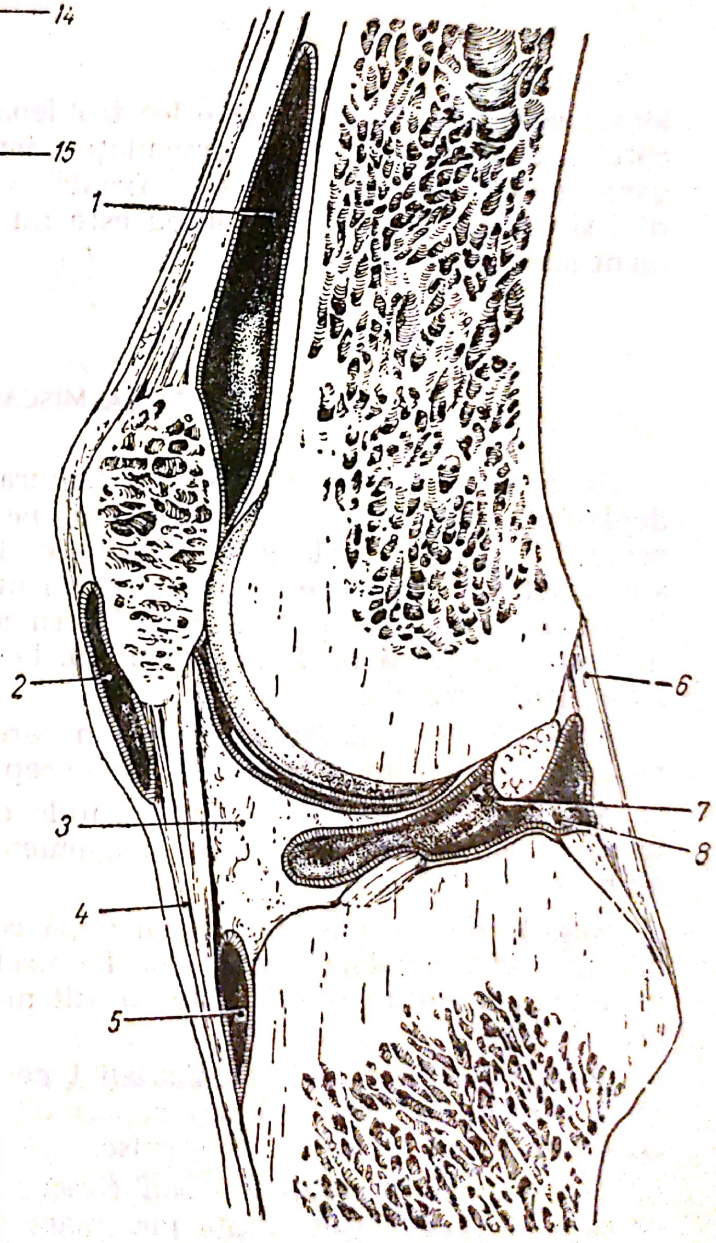


Fig. 97 Secțiunea sagitală prin articulația genunchiului drept

1 — Bursa suprarotuliană; *2* — Bursa prerotuliană subcutană; *3* — Panicul adipos subrotulian; *4* — Ligamentul rotulian; *5* — Bursa subrotuliană profundă; *6* — Ligamentul capsular; *7* — Ligamentul încrucișat anterior; *8* — Ligamentul încrucișat posterior.

Scanned with OKEN Scanner

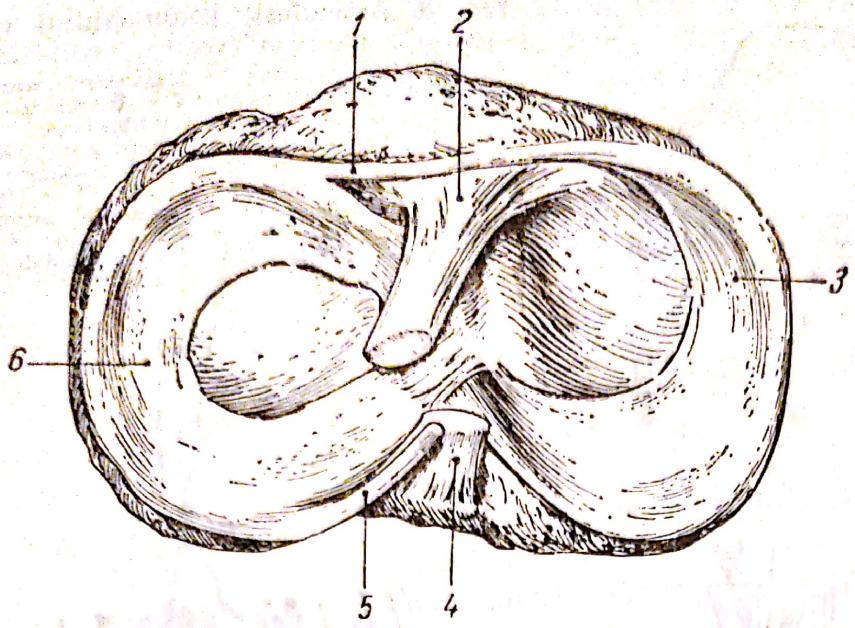


Fig. 98 Extremitatea superioară a tibiei stîngi, arătînd meniscurile (cartilajele semilunare) și extremitățile inferioare ale ligamentelor încrucișate (decusate).

1 — Ligamentul transvers; *2* — Ligamentul încrucișat anterior (decusat anterior); *3* — Meniscul medial; *4* — Ligamentul încrucișat posterior (decusat posterior); *5* — O fășie din cartilagiul semilunar lateral; *6* — Meniscul lateral.

sînt foarte dezvoltate, ca la orice trohleoartroză. Ligamentul rotulian, cu rotula, protejează ventral articulația, iar tendoanele mușchilor ischiogambieri cu laba de gîscă superficială și profundă întăresc capsula medial și dorsal. Mușchiul popliteu este nu numai un flexor ci și un ligament activ al articulației.

MECANICA MIȘCĂRILOR

În mișcarea de flexie, condilii femurali efectuează două categorii de deplasări: *rostogolire* pe menisc și *alunecare* ușoară către înainte, prezentînd succesiv razele sale de rotație. Dacă rostogolirea condililor nu s-ar însoți de alunecare înainte, condilii nu ar putea păstra în permanență contactul cu platoul tibial prin intermediul meniscurilor. Concomitent, în timpul mișcării de flexie, meniscurile alunecă ușor înapoi, în articulația meniscotibială.

Extensia este mișcarea inversă în care condilii se rostogolesc și alunecă înainte, revenind la poziția lor de repaus.

Mișcările de rotație nu sînt posibile cînd genunchiul este întins, întrucît el este blocat de mușchi și ligamente pentru a putea susține greutatea corpului.

Rotația devine posibilă numai după ce flexia a atins circa 60° și se execută prin pivotarea condililor femurali pe platoul tibial, prin intermediul meniscului; rotația este cu atît mai amplă, cu cît flexia este mai accentuată.

Accidentele la nivelul articulației genunchiului sînt relativ frecvente și constau în întinderi sau ruperi de ligamente, mai ales ligamentul colateral intern și rupturi de menisc.

Mecanismul de întindere sau rupere a ligamentului colateral intern se explică prin circumferința mai mare a acestuia, care nu permite re-

Scanned with OKEN Scanner

venirea meniscurilor în poziţia lor de repaus. Meniscurile se pot rupe şi în cazul unor flexii forţate, cum ar fi aterizarea greşită după sărituri.

Ruptura de menisc este o leziune relativ frecventă la sportivi; ea nu se vindecă spontan, întrucît cartilagiile nu au vase de sînge. De aceea, de cele mai multe ori este necesară operaţia prin care meniscul fracturat este scos; organismul reface meniscul printr-un ţesut de neoformaţie, care însă nu mai are calităţile meniscului adevărat. De aceea, după operaţie articulaţia pierde din suplețe, rezistenţă şi amplitudine.

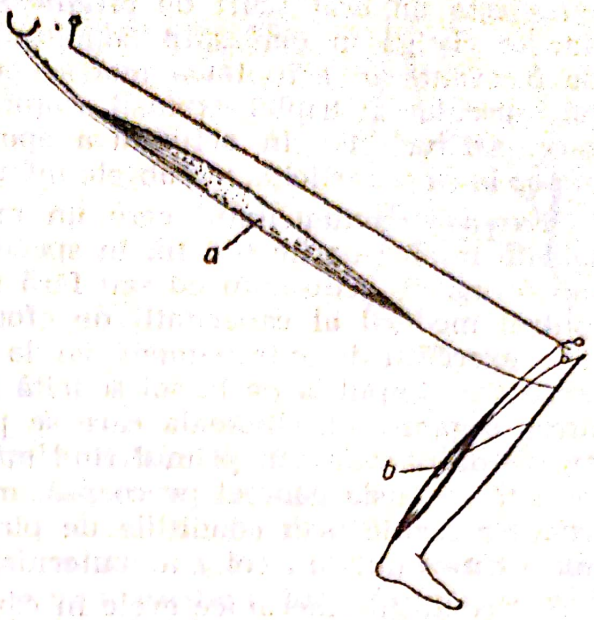


Fig. 99, Forţele care asigură flexia gambei pe coapsă:
a — muşchii ischio-gambieri; *b* — tricepsul sural.

Mecanica mişcărilor de flexie (fig. 99).

Flexia gambei este efectuată de două grupe musculare:

a) Muşchii ischio-gambieri (1) (m. ischio-gambieri): bicepsul femural, semitendinosul şi semimembranosul, care mînuiesc un braţ scurt de pîrghie, deci lucrează cu pierdere de forţă, dar cu cîştig de amplitudine.

b) Tricepsul sural (2) (m. triceps sural) prin cei doi gemeni, care prin tendonul lui Ahile mînuiesc extremitatea distală a pîrghiei şi îşi epuizează repede forţa.

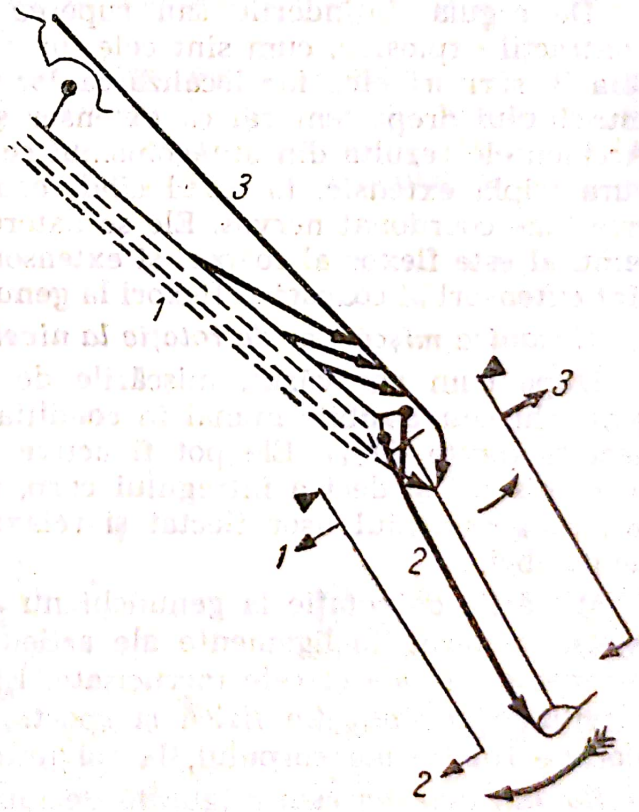


Fig. 100 Mecanica mişcării de flexia şi extensia gambei
Flexia:
1 — Muşchii ischio-gambieri; *2* — Muşchiul triceps sural.
Extensia:
3 — Muşchiul cvadriceps femural.

Mecanica mişcărilor de extensie (fig. 100)

Extensia gambei este efectuată de un singur muşchi, cvadricepsul femural (3), care

Scanned with OKEN Scanner

mînuiește un braț scurt de pîrghie și prin urmare pierde multă forță, dar se cîștigă în deplasare (amplitudine). Această mișcare este extrem de frecventă în activitatea motrică a omului, întrucît în cadrul lanțului muscular al triplei extensii asigură impulsia de la sol în marș, alergare, sărituri; iar în activitatea sportivă nu lipsește din nici un act motor la care participă membrele inferioare.

Extensia genunchiului cere un mare consum de energie, de aceea solicită intens marile funcții, în special respirația și circulația; de aceea, sub formă de genuflexii cu sau fără îngreuiare se folosește ca probă de control medical al capacității de efort. Genuflexia este larg răspîndită și ca exercițiu de antrenament, iar la halterofili, schiori, gimnastica modernă etc., impulsia de la sol solicită intens nu numai tripla extensie, ci întreg organismul. Oboseala care se produce după repetarea genuflexiilor are drept cauză în primul rînd marele consum de energie pe care îl necesită extensia gambei pe coapsă, mișcare slab asigurată din punct de vedere mecanic prin condițiile de pîrghie, deși mușchiul cvadriceps femural este unul din cei mai puternici mușchi ai corpului omenesc.

Tot condițiile mecanice grele în care se execută extensia gambei, asigurată de o singură forță, care mînuiește un braț mic de pîrghie, explică și unele accidente: întinderi sau rupturi musculare care sînt mai frecvente tocmai la mușchii motori ai gambei.

De regulă, întinderile sau ruperea mușchilor este consecința unor contracții explosive, cum sînt cele din startul în alergarea de viteză, bătaia la sărituri etc., iar localizarea lor se face în treimea inferioară a mușchiului drept femural ca extensor și a ischiogambierilor, ca flexori. Accidentele rezultă din antagonismul ce ia naștere între forțele care asigură tripla extensie, în cazul cînd jocul antagonismelor musculare nu este bine coordonat nervos. Ele se datoresc și faptului că mușchiul drept femural este flexor al coapsei și extensor la genunchi, iar ischiogambierii sînt extensori ai coapsei și flexori la genunchi.

Mecanica mișcărilor de rotație la nivelul genunchiului

După cum am văzut, mișcările de rotație internă sau externă la genunchi sînt posibile numai în condiția în care gamba este în prealabil flectată (peste 60%). Ele pot fi active cînd permit pivotarea condililor pe meniscuri și deci a întregului corp, sau pasive, cînd din poziția culcat, cu genunchiul ușor flectat și relaxat se fac ușoare rotații manuale ale gambei.

Mișcările de rotație la genunchi nu au mare amplitudine, fiind limitate de puternicile ligamente ale articulației și în primul rînd de ligamentele colaterale și cele încrucișate. Ele au însă o mare importanță în activitatea de educație fizică și sport, participînd în ansamblul mișcărilor de rotație ale corpului, la asigurarea supleței acestor mișcări.

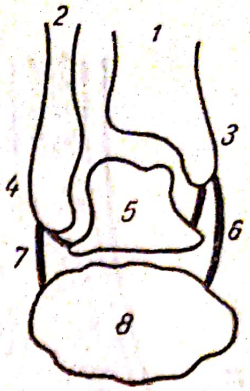
Rotația externă este asigurată de mușchiul biceps și gemenul lateral, iar *rotația internă* — de semitendinos, semimembranos și gemenul medial.

Mecanica mișcărilor articulației talo-crurale (Fig. 101). Articulația talo-crurală sau a glesnei este o trohleoartroză strînsă (fig. 102, 103) care nu permite decît un singur grad de libertate: flexia dorsală și flexia

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 101 Articulaţia talo-crurală

1 — Tibia; *2* — Fibula; *3* — Maleola internă (tibială); *4* — Maleola externă (fibulară); *5* — Osul astragal (tabis); *6* — Ligamentul colateral intern; *7* — Ligamentul colateral extern; *8* — Calcaneul.



plantară. Ea este formată din epifizele distale ale tibiei și fibulei care alcătuiesc o scoabă în care intră corpul talusului (astragalul).

Maleola fibulei coboară mai jos decît maleola tibială; ambele sînt puternic fixate de astragal și calcaneu prin ligamentele colaterale ale articulației, dintre care cel intern este mai rezistent, fiind format de fapt din două ligamente, dintre care unul este profund, iar celălalt este superficial. Din punct de vedere al ligamentelor, deci, articulația glesnei este mai bine asigurată în partea sa internă. De altfel, acest ligament (deltoid), pe lîngă faptul că întărește articulația, are un rol important în susținerea bolții plantare.

Astragalul, prins ca într-un clește între cele două maleole, tibială și peronieră, nu poate executa decît pivotări înainte (flexia plantară) și înapoi (flexia dorsală). Mobilitatea mare a labei piciorului, mai ales la sportivi, este dată de restul articulațiilor piciorului, articulațiile infratalare.

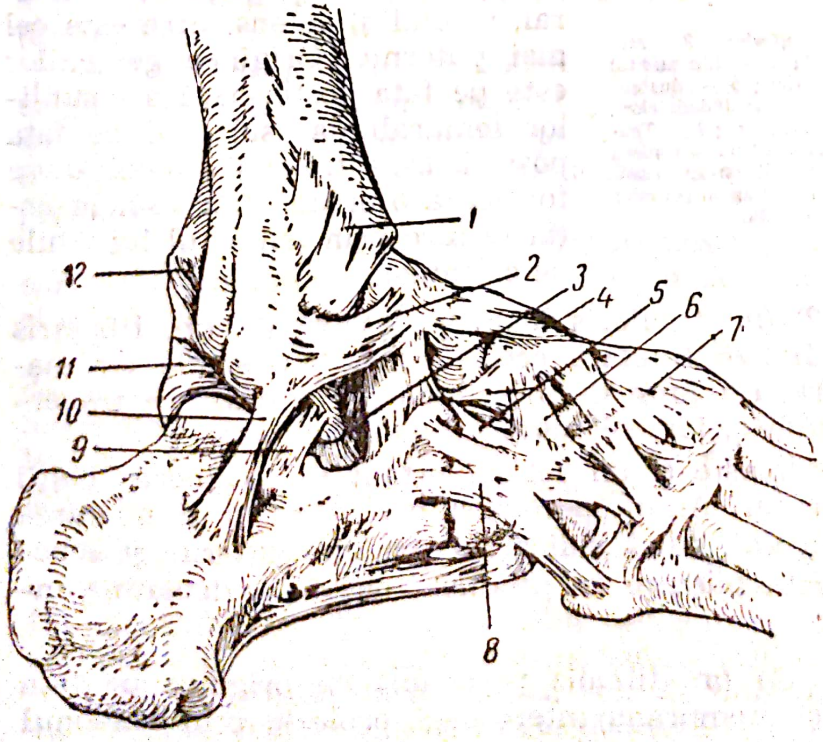


Fig. 102 Ligamentele gleznei drepte și ale tarsului — vedere laterală (Gray)

1 — Ligament tibio-peronier anterior; *2* — Ligament astragalo-peronier anterior; *3* — Ligament astragalo-calcanean interosos; *4* — Ligament astragalo-scafoidian; *5* — Ligament bifurcat; *6* — Ligament cuboideo-scafoidian dorsal; *7* — Ligament cuneo-scafoidian dorsal; *8* — Ligament calcaneo-cuboidian dorsal; *9* — Ligament astragalo-calcanean lateral; *10* — Ligament calcaneo-peronier; *11* — Ligament astragalo-peronier posterior; *12* — Ligament tibio-peronier inferior.

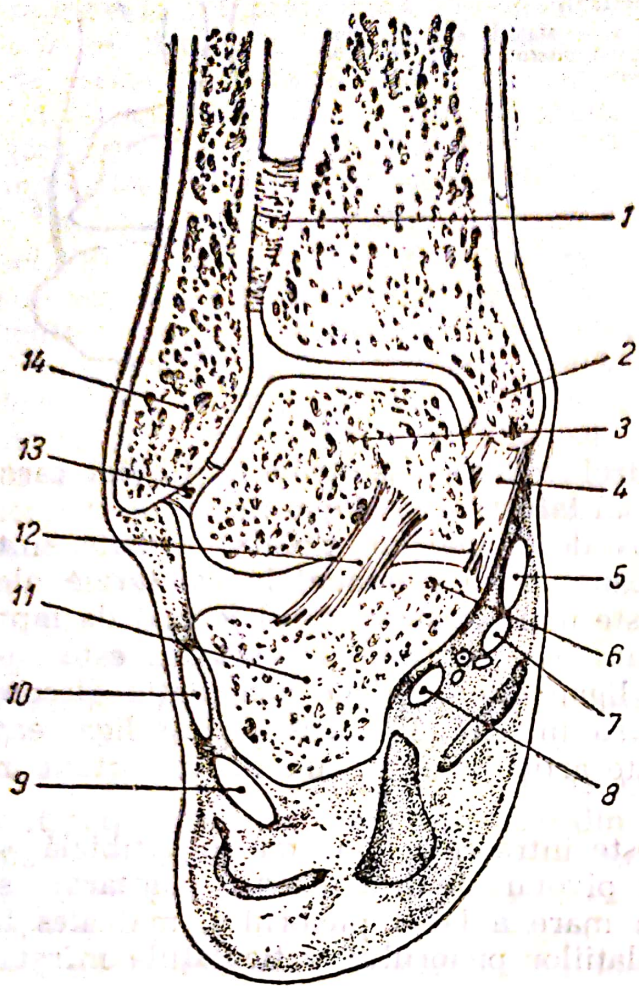


Fig. nr. 103 Secțiune frontală prin articulația gleznei (talo-crurală și astragalo-calcaneană)

1 — Ligament interosos tibio-peronier inferior; *2* — Maleola medială; *3* — Corpul astragalului; *4* — Ligamentul deltoid; *5* — Tendonul tibialului posterior; *6* — Sustentaculum tali; *7* — Tendonul lungului flexor al degetelor; *8* — Tendonul lungului flexor al degetului mare; *9* — Tendonul lungului peronier; *10* — Tendonul scurtului peronier; *11* — Corpul calcaneului; *12* — Ligamentul astragalo-calcanean interosos; *13* — Ligamentul astragalo-peronier posterior; *14* — Maleola laterală.

Mecanica mișcării de flexie plantară (fig. 104). Este mișcarea prin care corpul în întregime este ridicat pe vîrfuri, planta sprijininduse pe sol prin capetele metatarsienelor și degete. Ea este îndeplinită de numeroși mușchi situați pe fața dorsală a gambei, care-și trimit tendoanele ocolind cele două maleole, pînă la scheletul labei piciorului.

În mișcarea de flexie plantară, laba piciorului, îndeplinește rol de pîrghie de genul 2, avînd punctul de sprijin pe vîrful piciorului, forța la celălalt capăt al pîrghei, reprezentată prin mușchii flexori plantari, iar rezistența transmisă prin oasele gambei, reprezentată de întreaga greutate a corpului. Brațul scurt al pîrghiei, mînuit de flexorii plantari, principalul fiind tricepsul sural prin tendonul lui Ahile, necesită o forță deosebită, fapt care a determinat o bună asigurare musculară. Flexia plantară este asigurată de șase mușchi: (fig. 105).

— *Tricepsul* sural (1) (m. triceps sural) compus din gemenii — lateral, medial și soleus, care este cel mai puternic. Originea gemenilor este pe fața posterioară a condililor femurali, iar soleusul pe fața posterioară a tibiei și fibulei, unde formează o arcadă fibroasă. Inserția se face prin tendonul lui Ahile pe calcaneu;

— *Peronierul lung* (2) (m. fibularis longus) și *scurt* (3) (m. fibularis brevis), cu originea pe diafiza fibulară ocolesc prin tendoanele lor maleola fibulară și se inseră, cel lung pe metatarsianul I, după ce traversează toată regiunea plantară, iar cel scurt pe metatarsianul V.

Peronierul lung îndeplinește și un rol important în susținerea bolții transverse a labei piciorului. Ambii peronieri mai execută și mișcarea de pronație a labei piciorului, adică ridicarea marginei externe și coborîrea celei interne. Această mișcare se produce însă în articulațiile infratalare.

— *Tibialul posterior* (4) (m. tibialis posterior) cu originea pe fața dorsală a tibiei, fibulei și membrana interosoasă ocolește prin tendonul

Scanned with OKEN Scanner

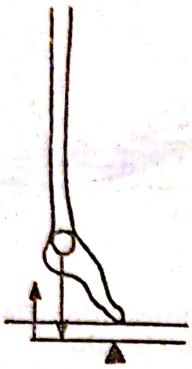


Fig. 104 Mișcarea de flexie plantară.

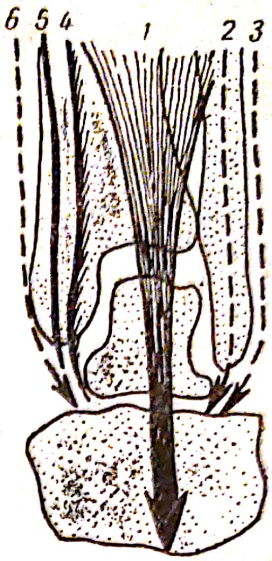


Fig. 105 Raportul dintre tendoanele mușchilor flexori plantari

1 — Tendonul lui Achile; *2* — Fibularul lung; *3* — Fibularul scurt; *4* — Tibialul posterior; *5* — Flexorul propriu al halucelui; *6* — Flexorul comun al degetelor.

său maleola tibiei și se inseră pe tuberculul osului scafoid; pe lîngă flexia plantară, el are un rol important în susținerea boltei plantare.

— *Flexorul comun al degetelor* (6) (m. flexor digitarum communis) cu originea pe fața dorsală a oaselor gambei ocolește și el maleola internă și își trimite cele patru tendoane pe ultimele falange ale degetelor 2, 3, 4 și 5, — flectează degetele, execută flexie plantară și contribuie la susținerea bolții plantare.

— *Flexorul propriu al halucelui* (5) (m. flexor halucis proprius) cu originea pe fața dorsală a oaselor gambei după un traiect asemănător pe sub maleola internă, se inseră pe ultima falangă a degetului mare. Este un flexor plantar, flexor al halucelui și contribuie la susținerea bolții plantare.

Tibialul posterior și cei doi flexori descriși, la un loc execută și mișcarea de supinație a labei piciorului, adică ridicarea marginii interne a ei și coborîrea celei externe.

Toți mușchii flexori plantari la un loc au un rol deosebit în mișcarea de impulsie de la sol, ceea ce îi face să fie prezenți în toate mișcările locomotorii, mers, alergare și sărituri. Ei constituie ultima grupă musculară a lanțului triplei extensii și au un rol important în asigurarea poziției verticale și a echilibrului corpului.

Mecanica mișcării de flexie dorsală (fig. 106, 107). Flexia dorsală este o mișcare folosită rar; ea are un rol important în locomoție, ridicînd vîrful piciorului în fazele piciorului oscilant în mers și alergare; are de asemenea un rol în aterizarea după săritura în lungime.

Este îndeplinită de un număr mic de mușchi, care însumează o forță cu mult mai redusă față de flexia plantară.

Scanned with OKEN Scanner

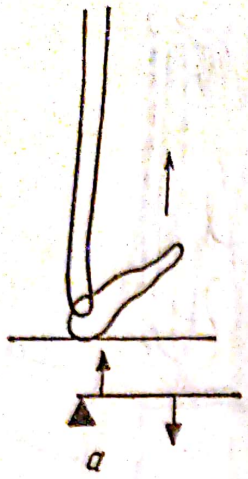


Fig. 106 Mișcarea de flexie dorsală.

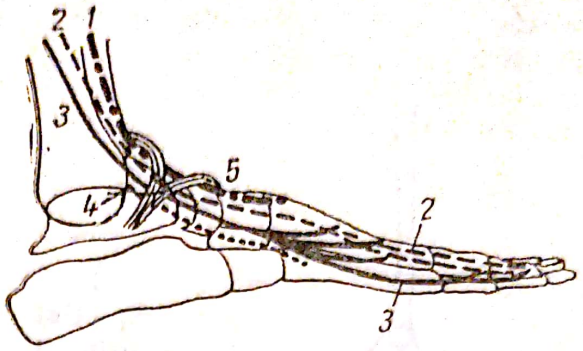


Fig. 107 Topografia mușchilor flexori dorsali ai piciorului

1 — Tibialul anterior; *2* — Extensorul lung al halucelui; *3* — Extensorul comun al degetelor; *4* — Fibularul al treilea; *5* — Ligamentul transvers

Tibialul anterior (1) (m. tibialis anterior), cu originea pe fața ventrală a tibiei, este cel mai puternic dintre mușchii flexori dorsali, își trimite tendonul pe sub ligamentul transvers (5) și se inseră pe baza primului metatarsian; are și o componentă de supinație a labei piciorului.

Extensorul propriu al halucelui (2) (m. extensor halucis proprius), cu originea pe fața ventrală a oaselor gambei după ce trece pe sub ligamentul transvers al piciorului, se inseră pe ultima falangă a degetului mare; este flexor dorsal și extensor al halucelui.

Extensorul comun al degetelor (3) (m. extensor digitorum communis), cu originea pe fața ventrală a oaselor gambei își trimite cele patru tendoane pe ultimele falange ale degetelor 2, 3, 4 și 5; este flexor dorsal și extensor al degetelor.

Fibularul (peronierul) scurt (4) (m. fibularis terțius) cu originea în treimea inferioară a fibulei, este un mușchi ventral scurt, care, prin inserția sa pe metatarsianul 5, contribuie la flexia dorsală.

Mușchii flexori dorsali au tendința să se depărteze de pe planul osos profund, întrucît prin stațiunea verticală a omului planta face un unghi cu gamba. Pentru ca această depărtare să nu se producă, ei sînt menținuți pe planul osos printr-un ligament puternic în formă de Y (5).

Laba piciorului (planta) are o conformație specială la om, impusă de stațiunea verticală și de mersul biped (fig. 108). Pentru a amortiza șocurile produse de mișcările locomotorii și orice alte mișcări îndeplinite de om, cu participarea labei piciorului, aceasta are o arhitectură specială formată din două bolți — una longitudinală și alta transversală. (fig. 109). Marginea medială a bolții este mai ridicată, astfel că amprenta pe care o lasă pe sol regiunea plantară are o formă caracteristică; în cazul cînd survin deformații ale bolții plantare, apar grade diferite de picior plat.

Factorii care mențin bolta plantară sînt: a) conformația scheletului labei piciorului; b) articulațiile și ligamentele care le unesc, (fig. 110), c) contracția mușchilor care susțin bolta plantară (în principal mușchii fle-

Scanned with OKEN Scanner

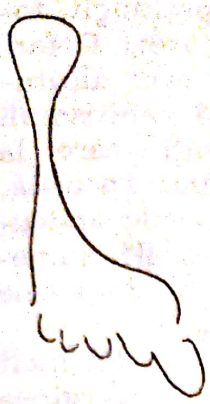


Fig. 96 Amprentă plantară normală

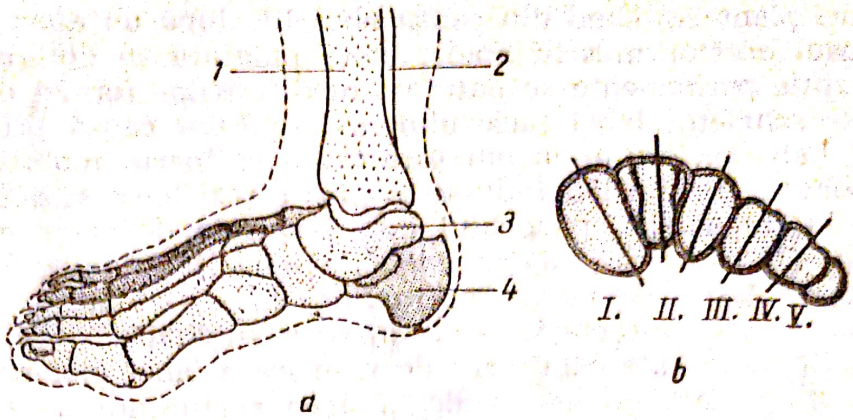


Fig. 109 Cele două arcuri de susținere ale bolții piciorului
1 — Tibia; *2* — Fibula; *3* — Arcus medialis fornicis pedis; *4* — Arcus lateralis fornicis pedis: *a* — bolta longitudinală a piciorului; *b* — bolta transversală a piciorului, văzută pe secțiunea transversală efectuată prin baza metatarsienelor.

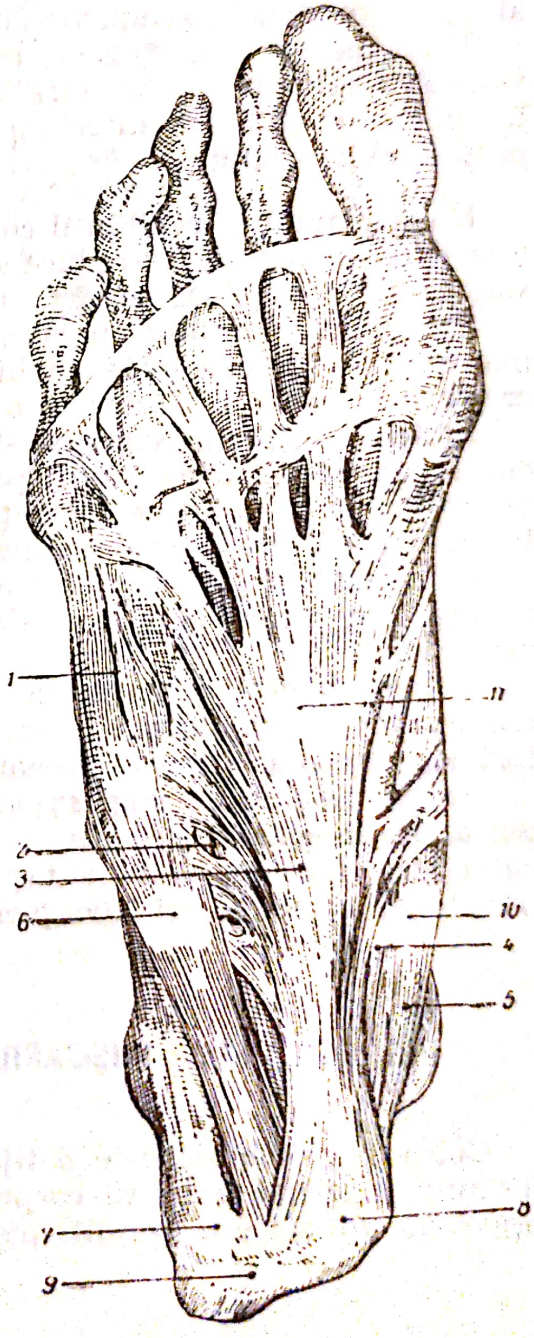


Fig. 110 Aponevroza plantară (I. Th. Riga)
1 — Eminența plantară laterală; *2* — Sulcul plantar lateral; *3* — Eminența plantară mijlocie; *4* — Sulcul plantar medial; *5* — Eminența plantară medială; *6* — Mușchiul abductor-digiti V; *7* — Processus lateralis; *8* — Processus medialis; *9* — Tuberculul calcaneului; *10* — Mușchiul abductor halucis; *11* — Aponevroza plantară.

Scanned with OKEN Scanner

xori plantari). Cînd din cauza oboselii, după un efort fizic prelungit, tonusul acestor mușchi scade, bolta plantară se deformează ușor. Deformațiile permanente se datoresc modificărilor formei oaselor care alcătuiesc scheletul labei piciorului, avînd drept cauză principală rahitismul.

Laba piciorului la om este suplă și foarte mobilă, calități care, la sportivi, cresc, adăugîndu-se în plus o rezistență și o elasticitate specială. Mobilitatea labei piciorului este asigurată de către numeroasele articulații dintre oasele tarsiene, metatarsiene și falange. Sînt posibile numeroase mișcări de mică amplitudine, care — toate însumate — dau cele două mișcări caracteristice: pronație și supinație.

Pronația este o mișcare de răsucire a labei piciorului în așa fel încît marginea laterală este ridicată, laba sprijinindu-se pe sol cu marginea medială.

Supinația este mișcarea inversă, prin care marginea medială este ridicată, iar cea laterală — coborîtă.

La picior mai sînt prezente mișcări de flexie și extensie a degetelor abducție (depărtare) și aducție (apropiere).

Pronația este asigurată de cei trei mușchi fibulari: lung, scurt și cel ventral. Supinația este asigurată de mai mulți mușchi, dintre care: tibialul posterior, tibialul anterior, flexorul comun al degetelor și flexorul propriu al halucelui.

Rolul plantei în echilibrul corpului. Sprijinul pe sol este asigurat prin cele două plante; el se reduce foarte mult cînd sprijinul se face pe un singur picior sau chiar pe vîrf.

Stabilitatea corpului nu este egală în toate direcțiile spațiului: ea este mai mică în direcția unde unghiul de stabilitate este mai mic, dar poate crește în direcția unde există o asigurare musculară mai bună.

Astfel, în direcția sagitală, stabilitatea este mai bună cînd forțele de dezechilibrare acționează din spate, întrucît mușchii flexori plantari sînt puternici, iar unghiul de stabilitate ventral este mai mare. În cazul cînd forțele de dezechilibrare acționează din față, stabilitatea este mult mai mică, întrucît forțele care se opun sînt formate din mușchii flexori dorsali, care au o forță mult mai slabă, iar unghiul de stabilitate dorsal este mai mic.

În sens lateral, stabilitatea este mult mai slab asigurată din cauza unghiurilor de stabilitate laterală, care sînt mai mici, cît și din cauza forțelor care o asigură — pronația și supinația labei piciorului.

Pentru asigurarea unei stabilități optime este necesar să crească capacitatea de echilibrare, atît forța cît și fina coordonare nervoasă a jocului grupelor musculare antagoniste: flexorii plantari, flexorii dorsali, pronatorii și supinatorii labei piciorului.

MECANICA MIȘCĂRILOR COLOANEI VERTEBRALE

Coloana vertebrală este o tijă, în același timp elastică și rezistentă, formînd scheletul axial al corpului; articulațiile dintre corpurile vertebrale ca amfiartroze permit mișcări de mică amplitudine între fiecare

Scanned with OKEN Scanner

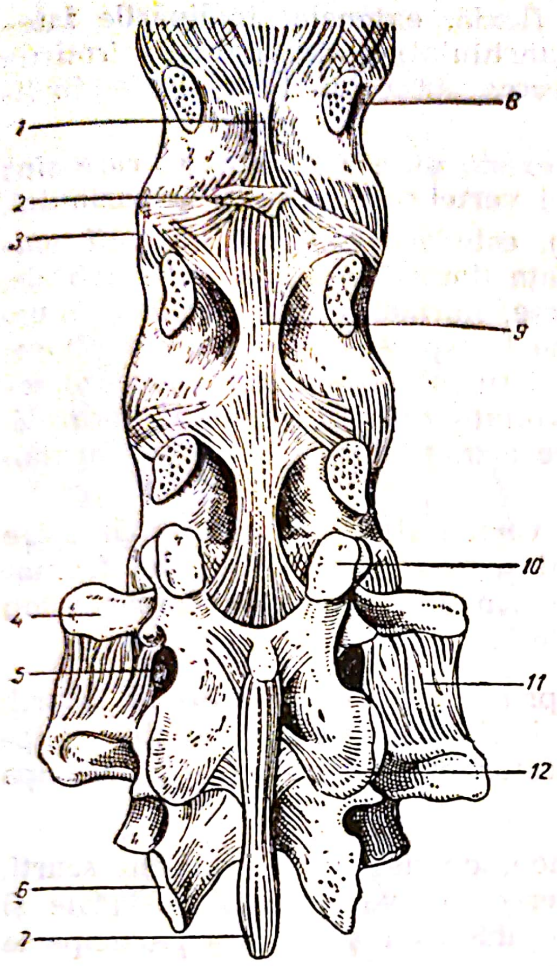


Fig. 111 Ligamentele coloanei vertebrale (vedere posterioară)

1 — Lig. longitudinale posterius; *2* — Lig. longitudinale posterius; *3* — Discus intervertebralis; *4* — Processus transversus; *5* — Foramen intervertebrale; *6* — Processus articularis inferior; *7* — Lig. supraspinale; *8* — Pediculus arcus vertebrae; *9* — Lig. longitudinale posterius; *10* — Fovea articularis processus articularis superioris; *11* — Lig. intertransversarium; *12* — Capsula juncturae zygapophysealis.

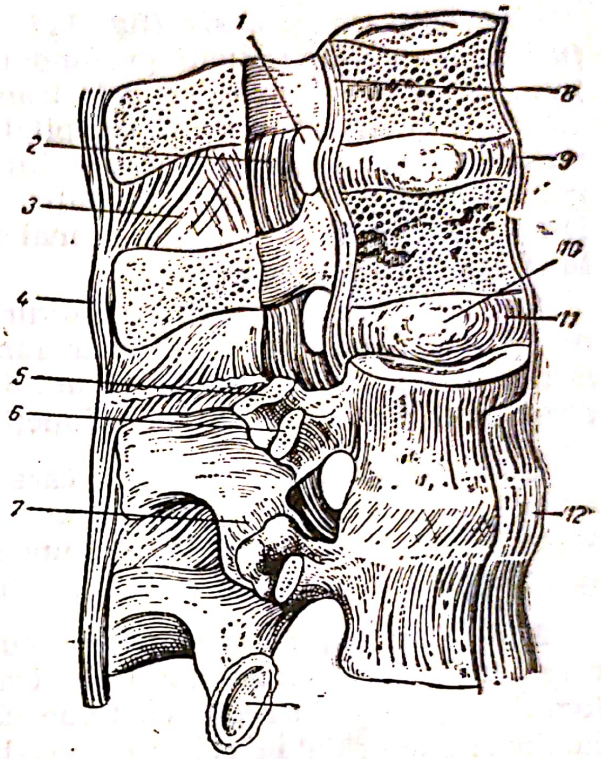


Fig. nr. 112 Articulațiile coloanei vertebrale.

1 — Gaură de conjugare; *2* — Ligamentul comun vertebral; *3* — Ligamentul interspinos; *4* — Ligamentul supraspinos; *5, 6* — Padiculii vertebrali; *7* — Ligamentul galben; *8* — Ligamentul comun vertebral posterior; *9* — Discul intervertebral; *10* — Nucleul pulpos; *11* — Fibrocartilajul discului intervertebral; *12* — Ligamentul comun vertebral anterior.

vertebră, dar care, însumate pe întreaga coloană, îi dau o mobilitate deosebită, care este mai mare la sportivi. (fig. 111, 112).

Mobilitatea coloanei vertebrale nu este uniformă. Ea este mai mare în regiunile cervicală și lombară, foarte redusă la nivelul toracelui și absentă la nivelul osului sacrum. Amplitudinea mișcărilor coloanei vertebrele este, pe regiuni, următoarea, după D. Donskoi:

Regiunile coloanei vertebrale	Flexie	Extensie	Inclinări laterale	Răsucire
Regiunea cervicală	70°	60°	30°	75°
Regiunea dorsală	50°	55°	100°	40°
Regiunea lombară	40°	30°	35°	5°
Mișcări globale	160°	145°	165°	120°

Scanned with OKEN Scanner

Mișcările coloanei vertebrale sînt: flexia, extensia, înclinările laterale, rotația (întoarcerea capului sau trunchiului) și circumducția (rotirile capului sau ale trunchiului, adică trecerea succesivă prin flexie, înclinări laterale, extensie și rotație).

Pentru îndeplinirea acestor mișcări există numeroși mușchi, care sînt situați pe scheletul trunchiului, coloanei vertebrale, capului și bazinului.

Mișcarea de extensie (fig. 113, 114), este asigurată de *mușchii șanțurilor vertebrale*, situați profund pe fața dorsală a coloanei vertebrale, între apofizele spinoase și cele transverse. Formează două coloane musculare care se întind de la occipital pînă la bazin, inegale ca dezvoltare; masa cea mai voluminoasă este situată în regiunea lombară; urmează regiunea cervicală și cea mai puțin dezvoltată este în regiunea toracală. După cum vedem, dezvoltarea mai mare a musculaturii coincide cu mobilitatea coloanei.

În compunerea mușchilor șanțurilor vertebrale intră un număr mare de mușchi fusiformi, de diferite lungimi și direcții, care au fost frumos sistematizați funcțional de savantul german Braus. Acesta împarte toți acești mușchi în patru sisteme funcționale:

1 — *Sistemul inter-spinos*, care cuprinde numeroși mușchi scurți, situați între apofizele spinoase ale vertebrelor cervicale și lombare; lipsește în regiunea toracală. Acțiunea acestor mușchi este de a participa la extensia coloanei cervicale și lombare.

2 — *Sistemul inter-transvers* cuprinde, de asemenea, mușchi scurți, care sînt situați între apofizele transverse ale vertebrelor cervicale și lombare; lipsesc în regiunea toracală. Acțiunea lor este de a participa la înclinările laterale ale coloanei vertebrale.

3 — *Sistemul transverso-spinos* este un sistem oblic, prezent în toată lungimea coloanei vertebrale; el formează masa principală a mușchilor șanțurilor vertebrale. Acest sistem este compus din numeroși mușchi fusiformi de diferite lungimi, care își au toți originea pe apofizele transverse ale coloanei vertebrale și, după un traiect oblic ascendent, se inseră pe apofizele spinoase ale vertebrelor situate deasupra. După lungimea lor, acești mușchi se împart în:

— *rotatori scurți*, care se inseră pe apofiza spinoasă a vertebrei imediat superioară;

— *rotatori lungi*, ale căror tendoane se inseră sărind o vertebră;

— *multifizi*, avînd 4—5 tendoane, care se inseră ca un evantai pe apofizele spinoase ale vertebrelor situate deasupra, sărind 2, 3, 4 vertebre.

Toți mușchii care alcătuiesc sistemul transverso-spinos sînt pe lîngă extensori și rotatori ai coloanei vertebrale, de partea opusă; astfel, pentru rotația spre dreapta a coloanei, se contractă sistemul transverso-spinos din partea stîngă și invers.

4 — *Sistemul spino-transvers*, prezent numai în regiunea cervicală, este compus de asemenea din mușchi fusiformi, care își au originea pe apofizele spinoase ale vertebrelor cervicale și toracale superioare, iar

Scanned with OKEN Scanner

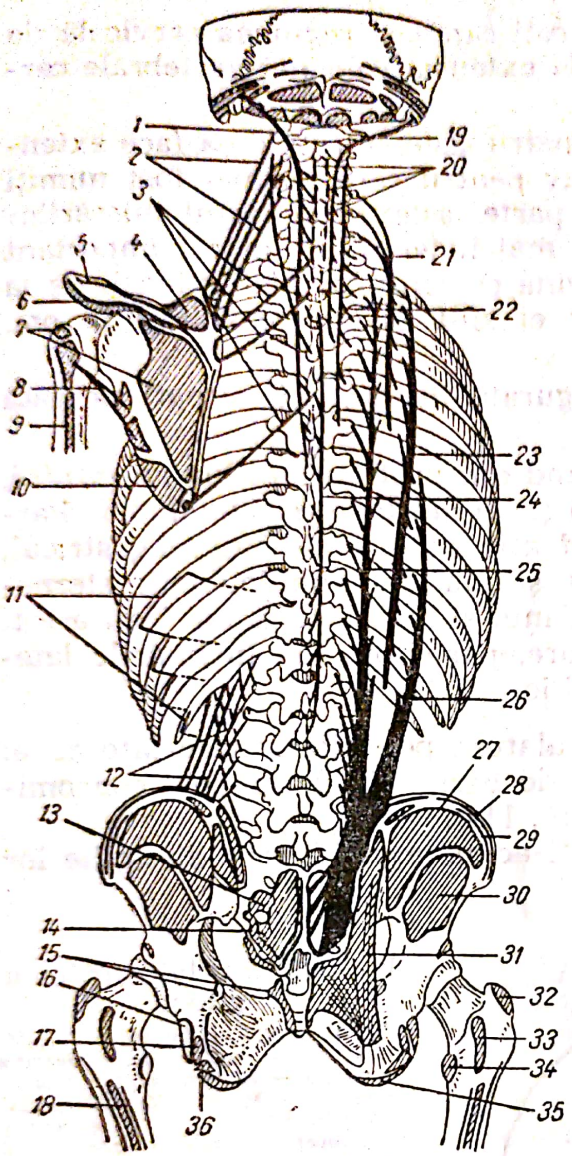


Fig. 113 Schema inserţiilor musculare de pe faţa posterioară a trunchiului şi bazinului. (după Sinelnicov)

1 — M. Splenius capitis; *2* — M. levator scapulae; *3* — M. rhomboideus minor et major; *4* — M. supraspinatus; *5* — M. trapezius; *6* — M. deltoideus; *7* — M. infraspinatus; *8* — M. teres minor; *9* — M. triceps brachii (caput laterale); *10*. M. teres major; *11* — M. serratus posterior inferior; *12* — M. quadratus lumborum; *13* — M. multifidus; *14* — M. sacrospinalis; *15* — M. coccygeus; *16* — M. semimembranosus; *17* — M. biceps femoris; *18* — M. adductor minimus; *19* — M. longissimus capitis; *20* — Mm. interspinales; *21* — M. iliocostalis cervicis; *22* — M. splenius cervicis; *23* — M. iliocostalis thoracis; *24* — M. spinalis; *25* — M. longissimus thoracis et lumborum; *26* — M. iliocostalis lumborum; *27* — M. gluteus medius; *28* — M. obliquus internus abdominis; *29* — M. obliquus externus abdominis; *30* — M. gluteus minimus; *31*. — M. gluteus maximus; *32* — M. gluteus medius; *33* — quadratus femoris; *34* — M. iliopsoas; *35* — M. adductor magnus

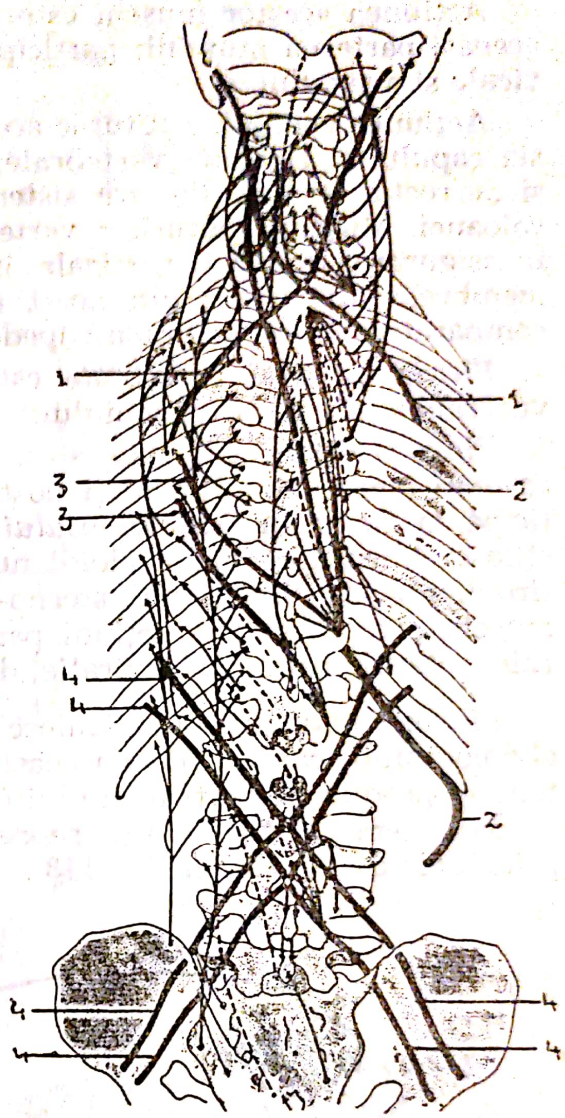


Fig. 114 Muşchii şanţurilor vertebrale (Schema lui Braus)

1 — Lanţul: splenius — dinţatul mic posterior şi superior; *2* — Lanţul lui Braus: — Splenius — semispinal — ridicători costali — mare oblic. *3* — Lanţul: longis sim — multifid; *4* — Lanţul: dinţat mic posterior şi inferior — mare fesier.

Scanned with OKEN Scanner

după un traiect oblic ascendent, se inseră pe apofizele transverse ale vertebrelor cervicale şi pe osul occipital.

Acţiunea acestor muşchi este de a roti capul şi regiunea cervicală de aceeaşi parte cu muşchii; participă şi la extensia coloanei vertebrale cervicale şi a capului.

Acţiunea comună a tuturor acestor patru sisteme este de a face extensia capului şi coloanei vertebrale, motiv pentru care au mai fost numiţi şi „errector trinci". Fiecare sistem în parte, asigură şi restul mişcărilor coloanei. Muşchii şanţurilor vertebrale mai îndeplinesc un rol important în asigurarea staţiunii verticale, împreună cu lanţul triplei extensii de la membrele inferioare; din acest motiv ei sînt foarte dezvoltaţi la om, comparativ cu animalele patrupede.

Flexia coloanei vertebrale este asigurată de muşchii situaţi pe faţa ventrală a gîtului şi trunchiului.

Flexorii gîtului (fig. 115) sînt, mergînd din profunzime: *lungul gîtului, scalenii* (anterior, mijlociu şi posterior) şi *sternocleido-mastoidianul*. Participă la flexie şi *muşchii osului hioid* atît supra-hioidienii: digastricul, stilo-hioidianul şi genio-hioidianul, cît şi muşchii subhioidieni: sterno-tiroidianul, tiro-hioidianul, sterno-hioidianul şi omo-hioidianul. Toţi aceşti muşchi mai au şi alte acţiuni particulare, participînd la înclinările laterale, rotaţiile capului, inspiraţie, deglutiţie.

Flexorii trunchiului alcătuiesc musculatura pereţilor antero-laterali ai abdomenului, care — fie de coaste, fie de bazin, fie de ambele concomitent — produc flexia trunchiului (fig. 116, 117).

În schema alăturată sînt reprezentaţi aceşti muşchi prin direcţiile lor principale de tracţiune. (fig. 118).

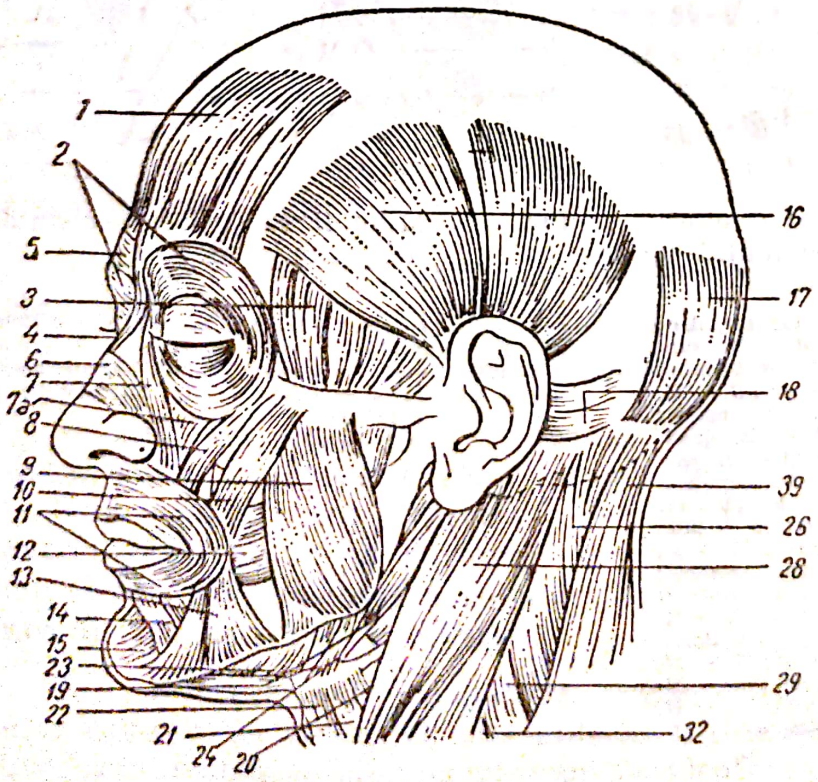


Fig. 115 Muşchii capului şi gîtului

1 — M. frontal (m. frontalis); *2* — M. orbicular al ochilor (m. orbicularis oculi); *3* — M. temporal (m. temporalis); *4* — M. piramidal al nasului (m. piramidalis); *5* — M. sprincenos (m. supercili); *6* — M. transvers al nasului (m. transversus); *7* — M. ridicător intern al buzei superioare (m. levator labi superior); *7 a* — M. ridicător extern al buzei inferioare (m. levator labi inferior); *8* — M. canin (m. caninus); *9* — M. maseter; *10* — M. zigomatic; *11* — M. orbicularul buzelor (orbicularis oris); *12* — M. buccinator (buccinatorius); *13* — M. triunghiular al buzelor (triangularis labii); *14* — M. pătratul bărbiei (cvadratus labi inferior); *15* — M. transversul bărbiei; *16* — M. auricularis (m. auricularis anterior); *17* — M. occipital (occipitalis); *18* — M. auricular posterior (auricularis posterior); *19* — M. digastric; *20* — M. tirohioidian; *21* — M. omohioidian; *22* — M. sternohioidian; *23* — M. milohioidian; *24* — M. stilohioidian; *25* — M. piclos al gîtului (m. latisma); *26* — M. splenius al capului (splenius capitis); *27* — M. splenius al gîtului (splenius cervicis); *28* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *29* — M. levator scapulae (ridicătorul omoplatului).

Scanned with OKEN Scanner

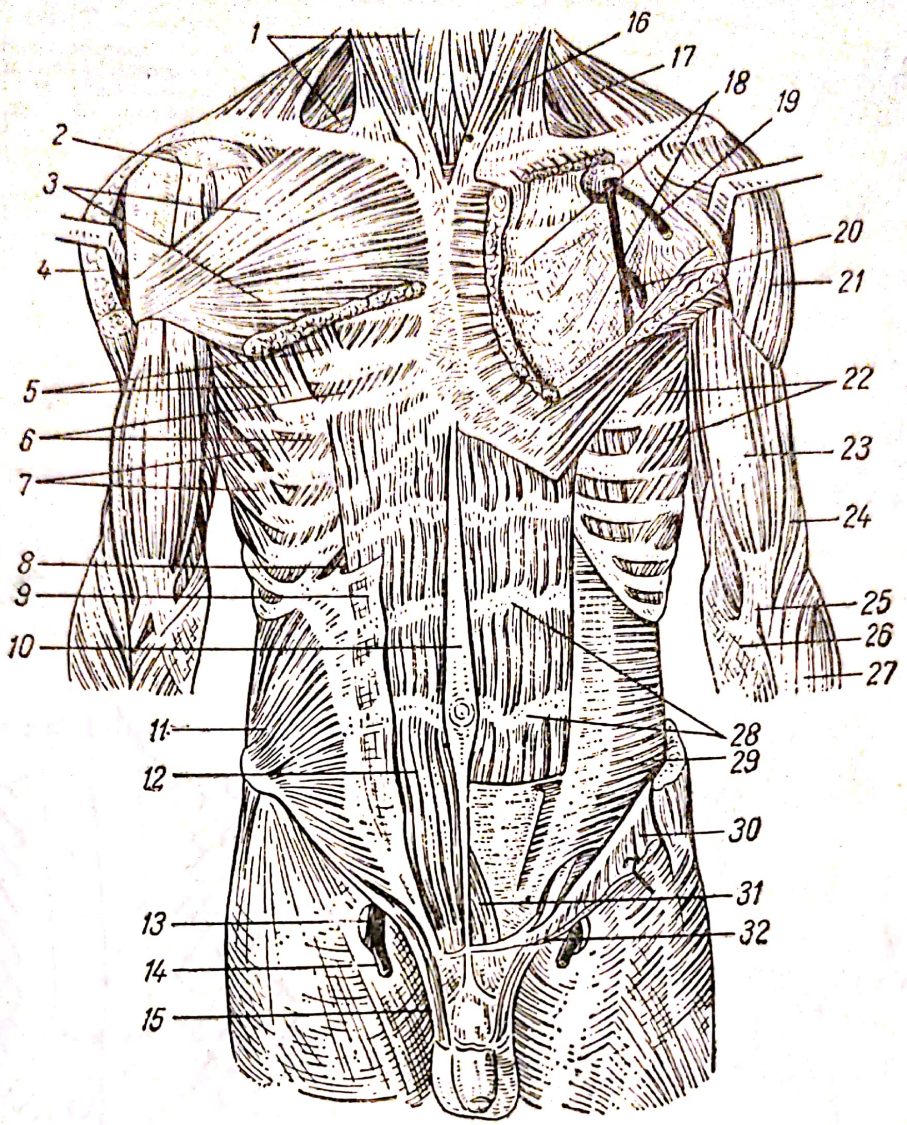


Fig. 116 Mușchii trunchiului (vedere anterioară)

1 — M. omohyoideus; *2* — M. pectoralis minor; *3* — M. pectoralis major; *4* — M. deltoideus; *5* — M. pectoralis minor *6* — Mm. intercostales interni; *7* — Mm. intercostales externi; *8* — Vagina m. recti; *9* — Vagina m. recti; *10* — Linea alba; *11* — M. obliquus internus adbominis; *12* — M. rectus abdominis; *13* — V. femoralis; *14* — V. saphena magna; *15* — Funiculus spermaticus; *16* — M. sternocleidomastoideus; *17* — M. trapezius; *18* — Fascia pectoralis (lamina profunda); *19* — V. cephalica; *20* — M. pectoralis minor; *21* — M. deltoideus; *22* — serratus anterior; *23* — M. biceps brachii; *24* — M. brachialis; *25* — Tendo m. bicipitis brachii; *26* — Aponeurosis m. bicipitis brachii; *27* — M. brachioradialis; *28* — Intersectiones tendineae; *29.* M. transversus abdominis; *30* — M. obliquus internus abdominis; *31* — M. pyramidalis; *32* — Hiatus saphenus.

— *Dreptul abdominal* (1) (m. rectus abdominis) este un mușchi lat, situat simetric de o parte și de alta a liniei mediane. Are originea pe pubis și simfiza pubiană și inserția pe apendicele xifoid și cartilagiile costale învecinate. Pe traiectul său prezintă cîteva intersecții tendinoase care fragmentează mușchiul. Acțiunea sa este de flexie a trunchiului trăgînd de coaste sau de flexie a bazinului din poziția atîrnat; are și o mică componentă de presă abdominală.

— *Oblicul mare* (2) (m. obliquus externus) este situat imediat sub țesutul grăsos subcutanat are fibrele orientate oblic de sus în jos și din

Scanned with OKEN Scanner

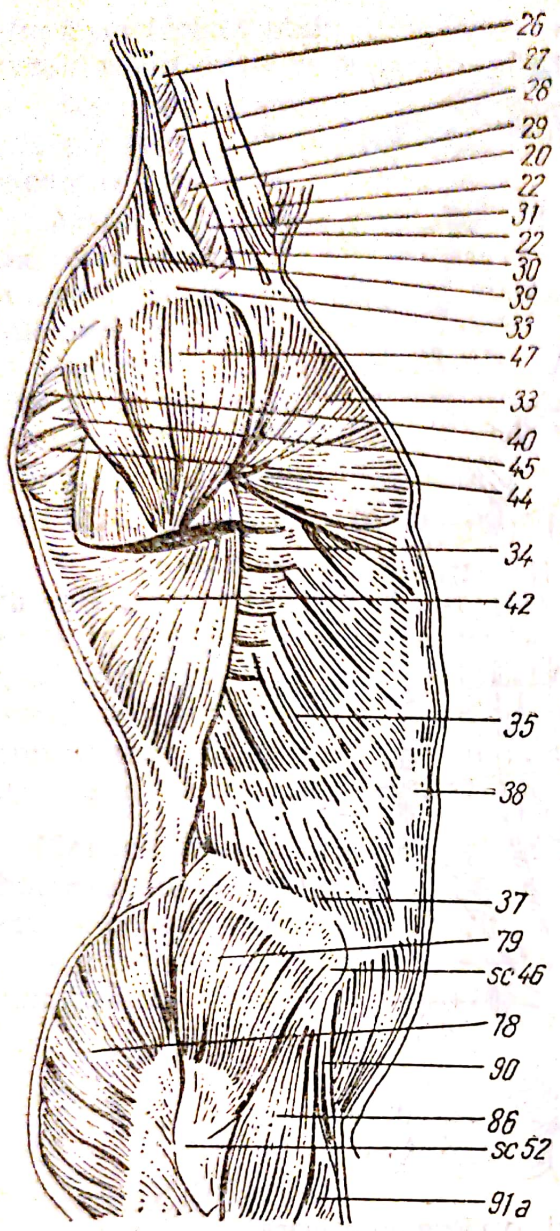
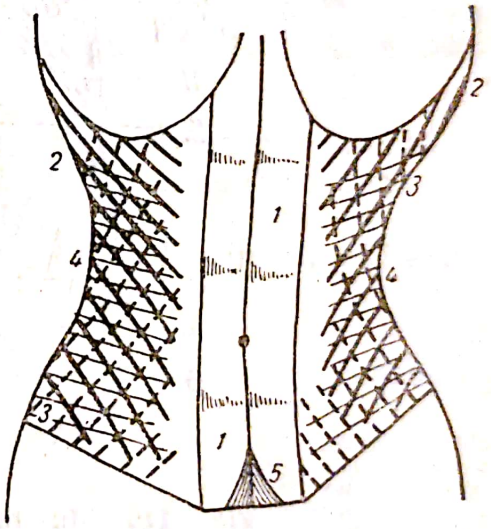


Fig. 117 Mușchii trunchiului (vedere laterală, după K. Tittel.)

26 — M. splenius al capului (splenius capitis); *27* — M. splenius al gîtului (splenius cervicia); *28* — M. sternocleido-mastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *29* — M. levator scapulae (ridicătorul omoplatului); *20* — M. tirohioidian; *21* — M. omohioidian; *31/32* — M. scalen (m. scaleniu); *22* — M. sternohioidian; *30* — M.; *39* — M. trapez (m. trapezius); *K 33 b* — Acromion; *47* — M. deltoid (deltoideus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. rotundul mare (teres major); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *43* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *37* — ; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *K 46* — Spina iliacă antero-superioară; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *90* — M. croitor (sartorius); *86* — M. tensor al fasciei lata; — *91 a* — M. drept anterior (rectus anterius).

Fig. 118 Schema mecanică a mușchilor pereților abdominali

1 — Mușchiul drept abdominal; *2* — Mușchiul oblic extern (marele oblic); *3* — Mușchiul oblic intern (micul oblic); *4* — Mușchiul transvers al abdomenului; *5* — Mușchiul piramidal.



afară înăuntru. Originea este pe ultimele 6 coaste, continuînd cu direcția fibrelor mușchilor intercostali externi. Inserția se face printr-o largă aponevroză pe linia albă a abdomenului, care trecînd peste mușchii drepți, ia parte la formarea tecii fibroase a drepților abdominali. Distal, fibrele sale se fixează pe creasta iliacă și pe ligamentul inghinal.

Acțiunea sa este de rotație a trunchiului de partea opusă, cînd sprijinul este prin membrele inferioare pe sol și rotație a bazinului de aceeași parte, cînd corpul este în poziție atîrnat. Are o importanță componentă de presă abdominală.

— *Oblicul mic* (3) (m. oblignus internus) sau intern este mai profund, sub marele oblic, are fibrele orientate în sens invers, adică de jos în sus și dinafară înăuntru. Originea sa este pe creasta iliacă și ligamentul inghinal, de la care fibrele sale diverg spre torace, unde se inseră pe fața internă a ultimelor coaste, precum și pe linia albă printr-o largă aponevroză. Prin această formațiune fibroasă contribuie la formarea tecii

Scanned with OKEN Scanner

mușchilor drepți. Fibrele sale au aceeași direcție cu mușchii intercostali interni.

Acțiunea sa este de rotație a trunchiului de aceeași parte și de rotație a bazinului de partea opusă, cînd corpul este în poziție atîrnat. Are de asemenea și o componentă de presă abdominală.

— *Transversul* (4) (m. transversus abdominis) este cel mai profund dintre mușchii pereților abdominali, avînd fibrele dispuse transversal. Originea sa este pe creasta iliacă, pe coaste, pe ligamentul inghinal, iar printr-o largă aponevroză, se inseră pe linia albă a abdomenului; trece dorsal de mușchii drepți și contribuie la formarea tecii fibroase a acestora. Principala sa acțiune este de presă abdominală. Prin contracția sa determină o creștere a presiunii din abdomen și prin aceasta asigură expirația forțată, tusea, strănutul, voma, micțiunea, defecația și parturiția.

Toți acești mușchi ai pereților abdominali, prin tragerea în jos a coastelor, asigură expirația forțată.

Direcțiile diferite ale fibrelor acestor mușchi asigură o dispoziție de *structură* funcțională, contribuind la creșterea rezistenței pereților abdominali.

— *Piramidalul* (5) (m. piramidalis) este un mușchi rudimentar la om, fiind tensor al liniei albe.

MECANICA RESPIRAȚIEI

Respirația este actul prin care se introduce în cei doi plămîni aerul oxigenat și se elimină aerul încărcat cu CO_2, respirația are deci două faze: inspirația și expirația.

Toracele este mobilizat de către mușchii inspiratori și expiratori, mărindu-și volumul în inspirație și micșorîndu-l în expirație. În mișcările toracelui, toate articulațiile costovertebrale și costosternale acționează în mod solitar.

În inspirație coastele se ridică și devin orizontale, iar sternul este împins înainte. Cele trei diametre ale cutiei toracice sînt mărite, astfel:

— prin ridicarea coastelor și împingerea înainte a sternului, se mărește diametrul sagital;

— prin tragerea ultimilor coaste în afară, se mărește diametrul transversal;

— prin coborîrea boltei diafragmului, se mărește diametrul vertical; notăm că acesta este principalul factor care determină creșterea volumului cutiei toracice.

Inspirația este un act care se produce împotriva forței gravitaționale, din care cauză mușchii care o asigură sînt numeroși și puternici.

Scanned with OKEN Scanner

Expirația este un act care de regulă este pasiv, întrucît se face cu concursul forței gravitaționale; de aceea expirația este asigurată de un număr mai mic de mușchi, care dezvoltă o forță slabă. În eforturile fizice mari, în expirațiile forțate care asigură tusea, voma, strănutul etc., expirația este îndeplinită de mușchii pereților abdominali.

Mușchii inspiratori sînt numeroși și se grupează după rolul pe care-l îndeplinesc în mărirea celor trei diametre ale toracelui.

În inspirație diametrul vertical crește cel mai mult, deaceea *Diafragma* (m. diafragma) este un mușchi inspirator principal.

1. *Diafragma* (fig. 119) este un mușchi lat și subțire de formă ovală, în expirație avînd forma de boltă cu convexitatea cranial, se găsește în partea inferioară a toracelui, pe care-l desparte de viscerele abdominale. Bolta diafragmatică atinge în dreapta coasta a V-a, iar în stînga coasta a VI-a, în partea centrală, bolta este ușor turtită, în dreptul inimei.

Ovalul diafragmatic are diametrul transvers cel mai mare. Diafragma are o parte periferică musculară și o parte centrală aponevrotică, numită centrul frenic care are forma unei frunze de trifoi, spre care converg fibrele musculare.

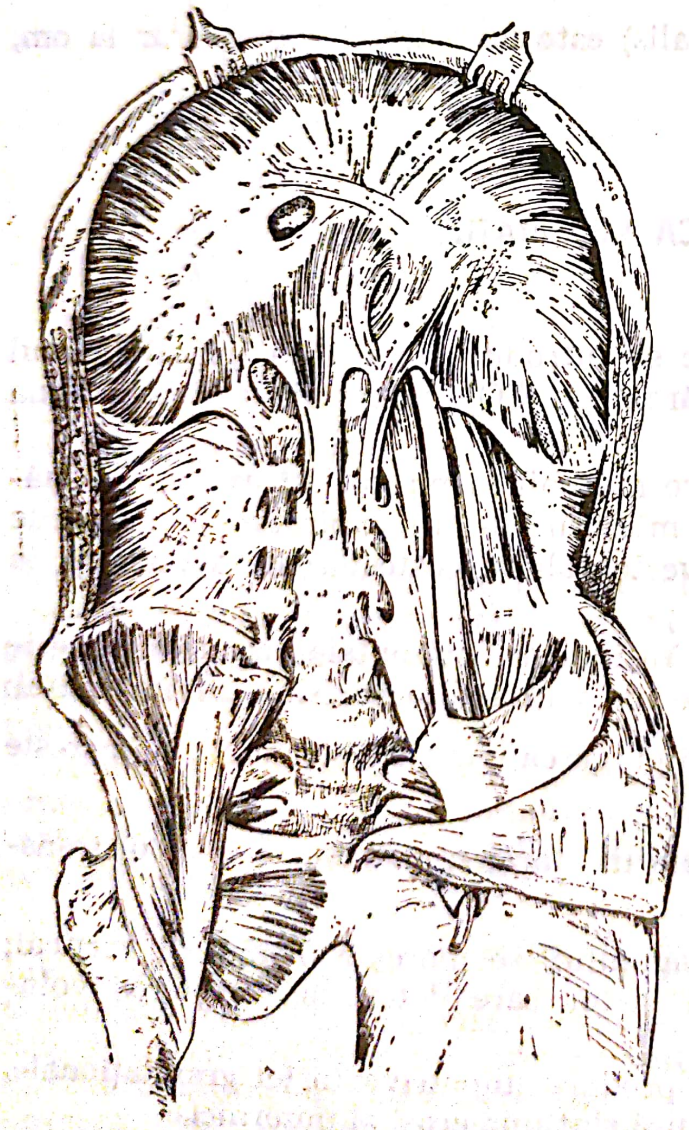


Fig. 119 M. diafragma

1 — Pars sternalis diaphragmatis; *2* — Centrum tendineum; *3* — Pars lumbalis diaphragmatis; *4* — Lig. arcuatum mediale; *5* — Lig. arcuatum laterale; *6* — Curs dextrum diaphragmatis; *7* — Fascia thoracolumbalis (lamina profunda); *8* — M. iliacus; *9.* M. psoas major; *10* — M. iliopsoas; *11* — Pars costalis diaphragmatis; *12* — Foramen venae cavae; *13* — Hiatus esophageus; *14* — Lig. arcuatum medianum; *15* — Hiatus aorticus; *16* — Crus sinistrum diaphragmatis; *17* — M. quadratus lumborum; *18* — M. psoas minor; *19.* — M. psoas major; *20* — M. iliacus; *21* — Fascia iliaca; *22* — Hiatus saphenus; *23* — Fascia lata; *24* — M. obturatorius externus.

Scanned with OKEN Scanner

Originea fibrelor musculare se face pe coloana vertebrală, coaste și stern, deosebindu-se trei porțiuni:

— *pars vertebralis* are originea pe primele vertebre lombare prin două perechi de stîlpi, mari și mici. Trecerea de la vertebrele lombare la coasta XII: se face prin două arcade fibroase: arcada și arcada pătratului lombar;

— *pars costalis* are originea pe fața profundă a ultimelor 6 coaste;

— *pars sternalis* are originea pe fața posterioară a apendicelui xifoid.

De la această origine, fibrele musculare converg către centrul frenic, care este o formațiune fibroasă, rezistentă, de culoare alb-sidefie.

Diafragma prezintă mai multe orificii prin care trec vase importante și nervi, astfel:

— orificiul aortic, prin care trece aorta și canalul toracic limfatic se găsește în partea anterioară a vertebrelor XII toracală și I lombară. Orificiul este format din stîlpii principali ai diafragmei și este inextensibil, pentru a nu jena circulația în timpul inspirației.

— Orificiul esofagian este situat anterior de cel aortic, prin care trec în afară de esofag și cei doi nervi pneumogastrici; orificiul este comprimabil, pentru a nu permite refluarea conținutului gastric în mișcările inspiratorii.

— Orificiul venei cave inferioare este situat în foliola dreaptă a centrului frenic și este inextensibil.

Prin contracția sa, diafragma coboară ca un piston, mărind diametrul vertical al toracelui, iar în inspirație urcă, păstrîndu-și forma boltită (Repciuc). După Gray, centrul frenic se deplasează mai puțin decît porțiunea musculară. În inspirație diafragma apasă organele abdominale, ceea ce face ca peretele abdominal să se bombeze, iar în expirație revine la forma obișnuită. Diafragma mai intervine și în sughiț, căscat și rîs, realizate prin contracții bruște sau prelungite.

2. *Mușchii intercostali externi* (m. intercostales externes) ocupă spațiile intercostale și au o direcție oblică în sus și înainte; ventral se întind pînă la spațiile chondrocostale. Prin contracția lor contribuie atît la inspirația obișnuită cît și la cea profundă.

Împreună cu diafragma, constituie mușchii inspiratori principali.

Mușchii inspiratori secundari ridică coastele și prin aceasta contribuie la mărirea diametrului sagital al toracelui: acești mușchi sînt:

3. *Mușchiul dințat posterior și superior* (m. serratus posterior et superior), este situat profund; are formă patrulateră, cu originea pe apofizele spinoase ale vertebrelor VII cervicală și primele III—IV toracale. Coboară în jos și în afară sub forma de 4 fascicole, ce se inseră pe coastele II—V-a.

4. *Mușchii scaleni*, anterior, mijlociu și posterior se găsesc pe partea laterală a gîtului; au originea pe tuberculii anteriori ai vertebrelor III—VI cervicale, iar inserția pe coasta I-a și a II-a. Ridică coastele, contribuind la inspirație.

În afară de acești mușchi, mai contribuie la inspirațiile forțate și o serie de mușchi inspiratori ajutători, dintre care citățm: marele dințat (serratus anterior) și sternocleidomastoidianul (m. sternocleidomastoideus).

Scanned with OKEN Scanner

La înotători, inspirația este îngreuiată întrucît apa mărește presiunea ce se exercită asupra toracelui. Din acest motiv la înotători mușchii inspiratori se dezvoltă puternic. De aceea, practica înotului se recomandă atît la copii cu deficiențe fizice toracice, cît și la convalescenți după afecțiuni pleuro-pulmonare. La sportivi, înotul se recomandă pentru creșterea elasticității toracice și prin aceasta a capacității vitale.

Mușchii expiratori sînt puțini la număr întrucît expirația se face cu concursul forței gravitaționale și a presiunii atmosferice.

De regulă, expirația este un act pasiv care urmează relaxării mușchilor inspiratori.

Mușchii expiratori principali sînt:

1. *Mușchii intercostali interni* (m. intercostales internus), se găsesc sub cei externi și se întind de la stern pînă la unghiul posterior al coastelor. Direcția fibrelor este oblică în jos și în afară, invers ca a intercostalilor externi. Ei intervin atît în inspirație cît și în expirație.

2. *Mușchiul triunghiular al sternului* (m. transversus toracis) este un mușchi lat situat pe fața posterioară a sternului și se inseră prin 4—5 digitații pe fața internă a cartilagiilor coastelor II—IV. Trage de coaste în jos, fiind mușchi expirator.

3. *Mușchii subcostali* (m. subcostales) sînt mușchi mici, în număr de 10—11, situați pe fața profundă a coastelor. Coboară coastele, deci sînt mușchi expiratori.

4. *Mușchiul dințat posterior și inferior* (m. serratus postero-inferioris) este de formă patrulateră, situat profund în partea inferioară și posterioară a toracelui. Originea pe apofizele spinoase ale vertebrelor T_{11}, T_{12}, L_1 și L_2, de unde fibrele sub forma a patru fascicole se îndreaptă în sus și în afară și se inseră pe fața externă a ultimilor 4 coaste. Trage coastele în jos, deci este un mușchi expirator.

5. *Mușchiul pătrat lombar* (m. cvadratus lumborum) este un mușchi lat, situat profund, între creasta iliacă, apofizele spinoase ale vertebrelor lombare și coasta a XII-a. Trăgînd de coasta a XII-a, este un mușchi expirator.

6. *Mușchii pereților abdominali:* drepții, oblicii și transversii, intervin numai în expirația forțată prin două mecanisme: trag coastele în jos și măresc presiunea abdominală.

Scanned with OKEN Scanner

SISTEMUL NERVOS

În viziunea clasică structurală, sistemul nervos apare ca un complex de organe de conducere automată aşezate în etaje suprapuse, cu structură şi funcţii cu atît mai complexe cu cît etajul este superior aşezat în cadrul axului cerebrospinal. Toate aceste etaje sînt dominate de scoarţa cerebrală, cu cea mai complexă structură şi cele mai fine funcţii, care dirijează întreaga activitate somatică şi vegetativă, automată şi conştientă.

Limitele clasice ale segmentelor sistemului nervos central — măduva spinării, trunchiul cerebral, cerebelul, diencefalul şi telencefalul — se estompează în viziunea modernă, cibernetică, de organizare a sistemului nervos central şi periferic.

Indiferent că este vorba de sistemul nervos somatic sau vegetativ, schema de organizare structurală cibernetică a sistemului nervos îl înfăţişează ca o suprapunere de arcuri reflexe elementare şi complexe, îndeplinind funcţii precise şi avînd o interrelaţie strînsă între ele atît pe orizontală cît şi pe verticală. Astăzi sistemul nervos trebuie privit ca o imensitate de arcuri reflexe interconectate tridimensional şi într-o permanentă interrelaţie de vecinătate sau la distanţă.

Pentru a putea funcţiona, sistemul nervos central trebuie să fie informat asupra tuturor modificărilor ce apar în mediul înconjurător sau în mediul intern. Aceste modificări acţionează ca excitanţi specifici şi trebuie recepţionate şi transformate în influx nervos. Excitaţiile din mediul extern sau intern sînt, din punct de vedere fizic sau chimic, energii foarte variate. Pentru recepţia lor sînt necesare organe speciale de recepţie, fin diferenţiate şi adaptate fiecărei categorii de excitanţi. Pentru a putea efectua recepţia unei energii oarecare, la nivelul organelor de recepţie există o varietate de ţesut epitelial, numit ţesut senzorial care, avînd capacitatea de a primi anumite categorii de energie şi a le transforma în influx nervos, au fost denumite traductori biologici, prin asemănare cu traductorii din tehnică, adică transformatori de energie. Astfel:

— celulele cu conuri şi bastonaşe din retină recepţionează unde electromagnetice de lumină şi cromatice, pe care le transformă în influx nervos (fig. 120, 121).

Scanned with OKEN Scanner

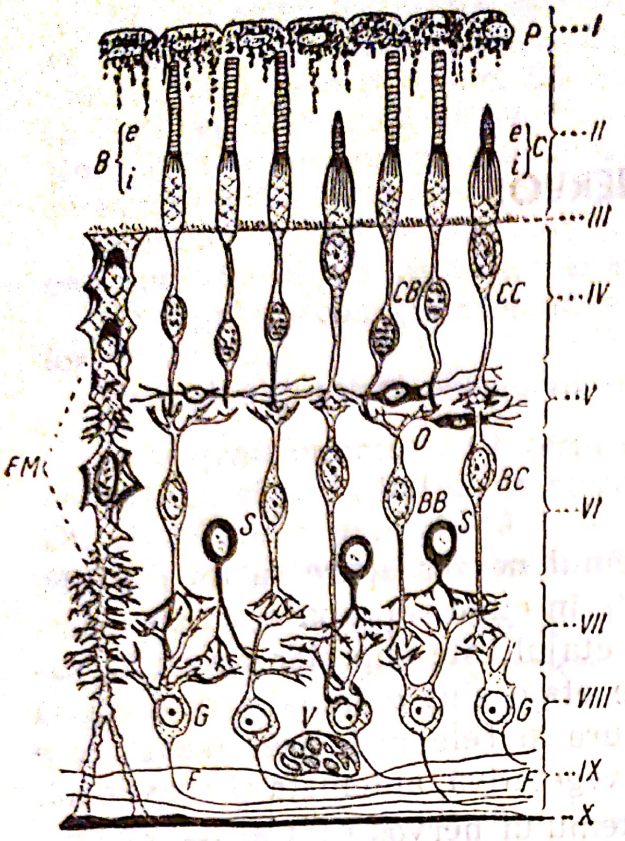


Fig. 120 Structura retinei

P — stratul pigmentar; *B* — bastonaş cu articol extern e şi intern i; *C* — con cu articol extern e şi intern i; *CB* — corpul celulelor cu bastonaş; *CC* — corpul celulei cu con; *O* — celulă orizontală; *BB* — celulă bipolară anastomozată cu celulele cu bastonaş; *BC* — celulă bipolară centru celula cu con; *S* — spongioblast; *G* — celule ganglionare multipolare; *F* — fibrele nervului optic; *V* — vas sanguin; *FM* — fibră sau celulă de susţinere.

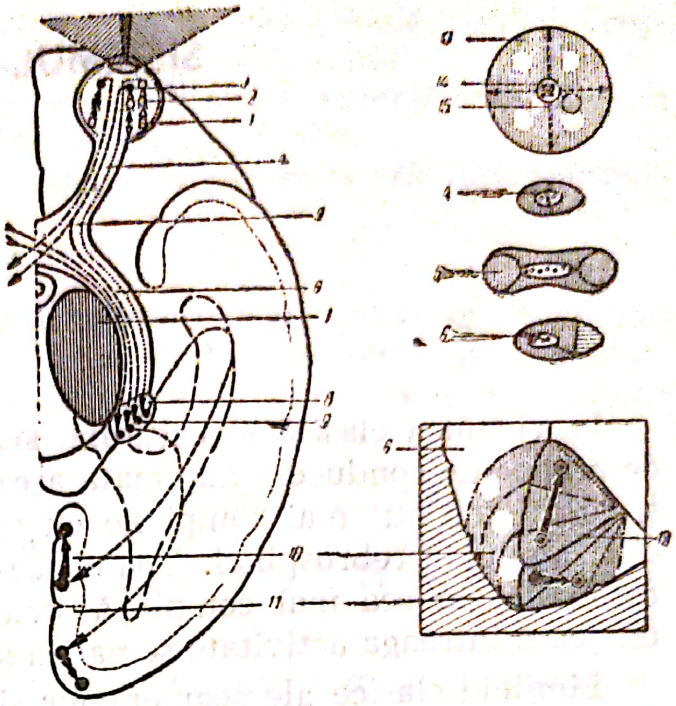


Fig. 121 Calea optică

1 — Celulele senzoriale optice (conuri şi bastonaşe); *2* — Protoneuronul optic (bipolar); *3* — Dentoneuronul-multipolar-retinodiencefalic; *4* — Nervul optic; *5* — Chiazma optică; *5* — Bandeleta optică; *7* — Talamusul; *8* — Corpul geniculat extern; *9* — Neuronul *3*-diencefalo-cortical; *10* — Aria senzorială optică; *11* — Aria senzorială optică; *12* — Scizura calcarină; *13* — Retina; *14* — Macula; *15* — Papila optică; *16* — Lobul occipital. (după P. Bourret şi R. Louis)

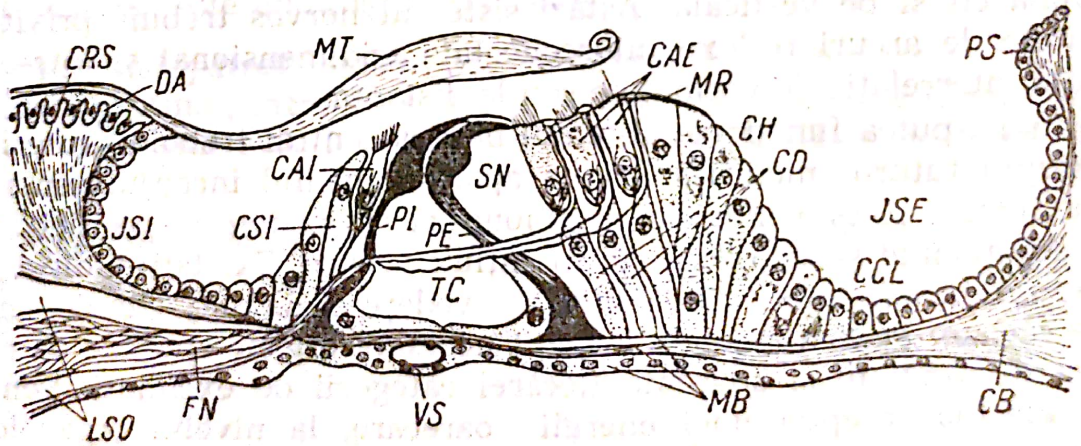


Fig. 122 Organul Corti

LSO — lama spirală osoasă; *FN* — fibre nervoase; *VS* — vas spiral; *MB* — membrana bazilară; *CB* — creasta bazilară; *CRS* — creasta spirală; *DA* — dinţii auditivi; *MT* — membrana tectoria; *JSI* — jgheabul spiral intern; *CSI* — celulă de susţinere internă; *CAI* — celulă auditivă internă; *TC* — tunelul Corti; *PI* — stîlpul intern; *PE* — stîlpul extern; *SN* — spaţiul Nuel; *CAE* — celule auditive externe; *NMR* — membrana reticulară; *CH* — celulele Deiters; *CCL* — celulele Claudius; *JSE* — jgheabul spiral extern; *PS* — proeminenţa spirală.

— celulele auditive din organul Corti recepţionează energii sub formă de vibraţii sonore, pe care le transformă în influx nervos (fig. 122);

— celulele gustative şi olfactive recepţionează energii de natură chimică, pe care le transformă în influx nervos etc.

Scanned with OKEN Scanner

Rezultatul final al acestor transformări este deci influxul nervos, singurul fel de energie care este capabilă să fie condusă pe căile sensitive din sistemul nervos. Sub această formă este informat multilateral sistemul nervos somatic și vegetativ care, după integrarea la diferite nivele, emite impulsul efector către organele efectoare, mușchi sau glandă.

Întrucît numărul și categoriile calitative ale excitațiilor din mediul extern sau intern este imens, organele de recepție, ca organe specializate în primirea numai a unor categorii de excitații, sînt și ele extrem de numeroase și au trebuit să fie împărțite, pentru studiu, în anumite categorii.

Se cunosc următoarele categorii de receptori:

1. **Exteroceptorii,** care cuprind la rîndul lor:

— *telereceptorii* sau receptorii la distanță cum sînt: retina, organul Corti;

— *receptorii de contact,* cum sînt cei tactili, termici și dureroși, gustativi și olfactivi.

2. **Proprioceptorii,** care culeg informații de la nivelul mușchilor, tendoanelor și ligamentelor, asupra stării de contracție sau relaxare, asupra tonusului etc.

3. **Interoceptorii,** care culeg informații de la nivelul organelor interne și care sînt numai în parte cunoscuți. Din această categorie sînt cunoscuți:

— *baroceptorii,* care culeg informații asupra presiunii din interiorul vaselor sanguine;

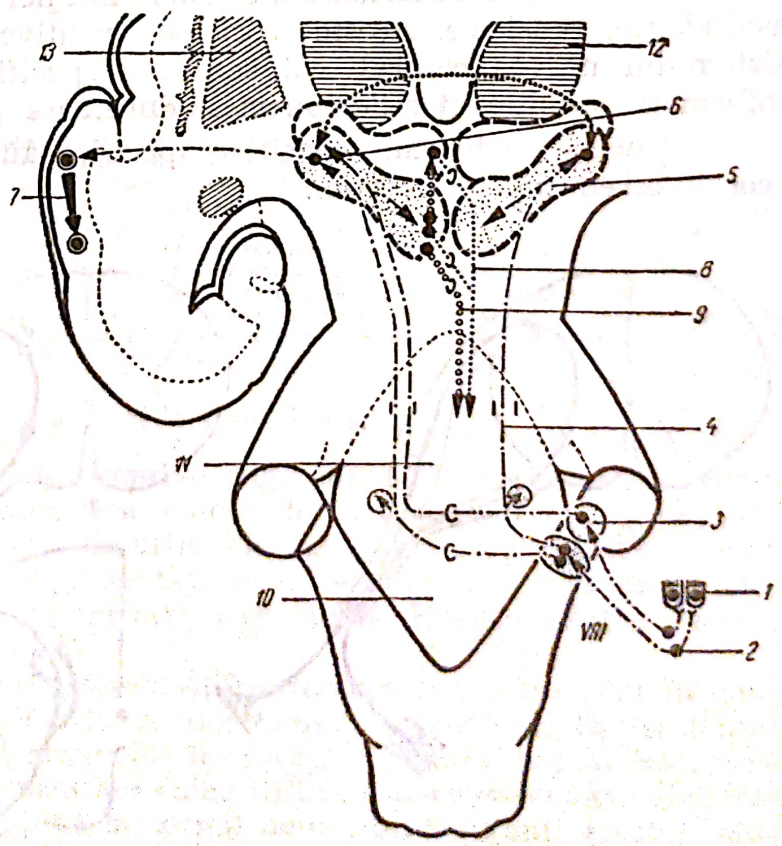


Fig. 123 Căile acustice

1 — Celulele senzoriale auditive din organul lui Corti; *2* — Primul neuron (ganglionul lui Corti); *3* — Al doilea neuron (bulbo-talamic); *4* — Eferentele celui de al doilea neuron (panglica Reil laterală); *5* — Corpul geniculat intern; *6* — Al treilea neuron (talamo-cortical); *7* — Aria senzorială auditivă din Cortex; *8* — Fascicolul tecto-spinal; *9* — Bandeleta longitudinală posterioară (fascicul de asociație); *10* — Bulbul (planseul neutrical IV); *11* — Puntea (planseul neutrical IV); *12* — Talamusul; *13* — Corpii striați. (după *P. Bourret* și *R. Louis*)

Scanned with OKEN Scanner

— *chemoceptorii,* care culeg informații asupra variațiilor pH-ului sanguin sau concentrației constantelor plasmatice;

— *osmoceptorii,* care culeg informații asupra felului cum se fac trecerile la nivelul membranelor celulare;

— *voloceptorii,* care culeg informații asupra volumului circulant sanguin.

Informațiile de toate categoriile culese de organe de recepție sînt preluate sub formă de influx nervos de către ramificațiile dendritice ale neuronilor pseudo-unipolari din ganglionii spinali sau din ganglionii nervilor sensitivi cranieni. Ele sînt conduse pe calea nervilor sensitivi pînă la ganglionii arătați mai sus, iar prin axonii acestor neuroni pătrund în sistemul nervos central, constituind căi ascendente sensitive specifice pentru fiecare categorie de informații culese la nivelul organelor de recepție.

Influxul nervos pătruns în sistemul nervos central poate lua următoarele căi principale:

— către neuronii motori somatici sau vegetativi, stabilind astfel metameric arcurile reflexe elementare de conducere automată a unor funcții reflexe (fig. 124, 125, 126). În funcție de intensitatea influxului nervos, acesta se poate propaga fie de aceeași parte metamerică, fie de partea opusă, fie prin conexiuni ascendente și la alte etaje învecinate locului de pătrundere. Transmiterea se face fie direct, prin axonul neuronului pseudounipolar, fie prin intermediul unui neuron de asociație;

— către etajele superioare ale sistemului nervos central prin fascicule ascendente, sensitive. Aceste fascicule sensitive formează, în interiorul sistemului nervos central căi sensitive specifice, purtătoare ale unor informații specifice tactile, termice, dureroase proprioceptive etc.

În general, toate căile sensitive specifice au pe traiectul lor pînă la scoarța cerebrală trei neuroni.

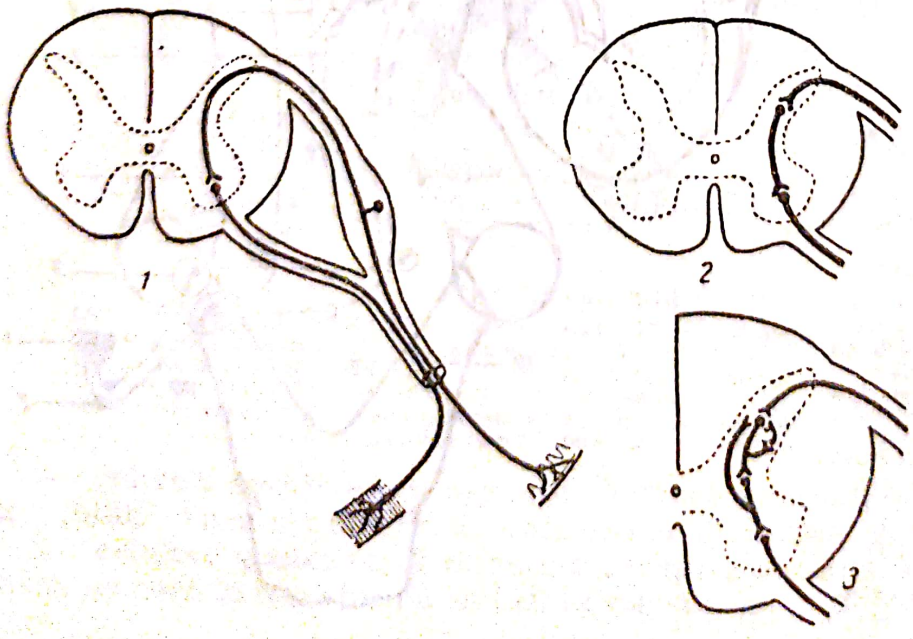


Fig. 124 Schema arcului reflex

1 — Arc reflex simplu cu 2 neuroni; *2* — Arc reflex cu 3 neuroni (unul este intercalar); 3 — Arc reflex cu mai mulți neuroni intercalari.

Scanned with OKEN Scanner

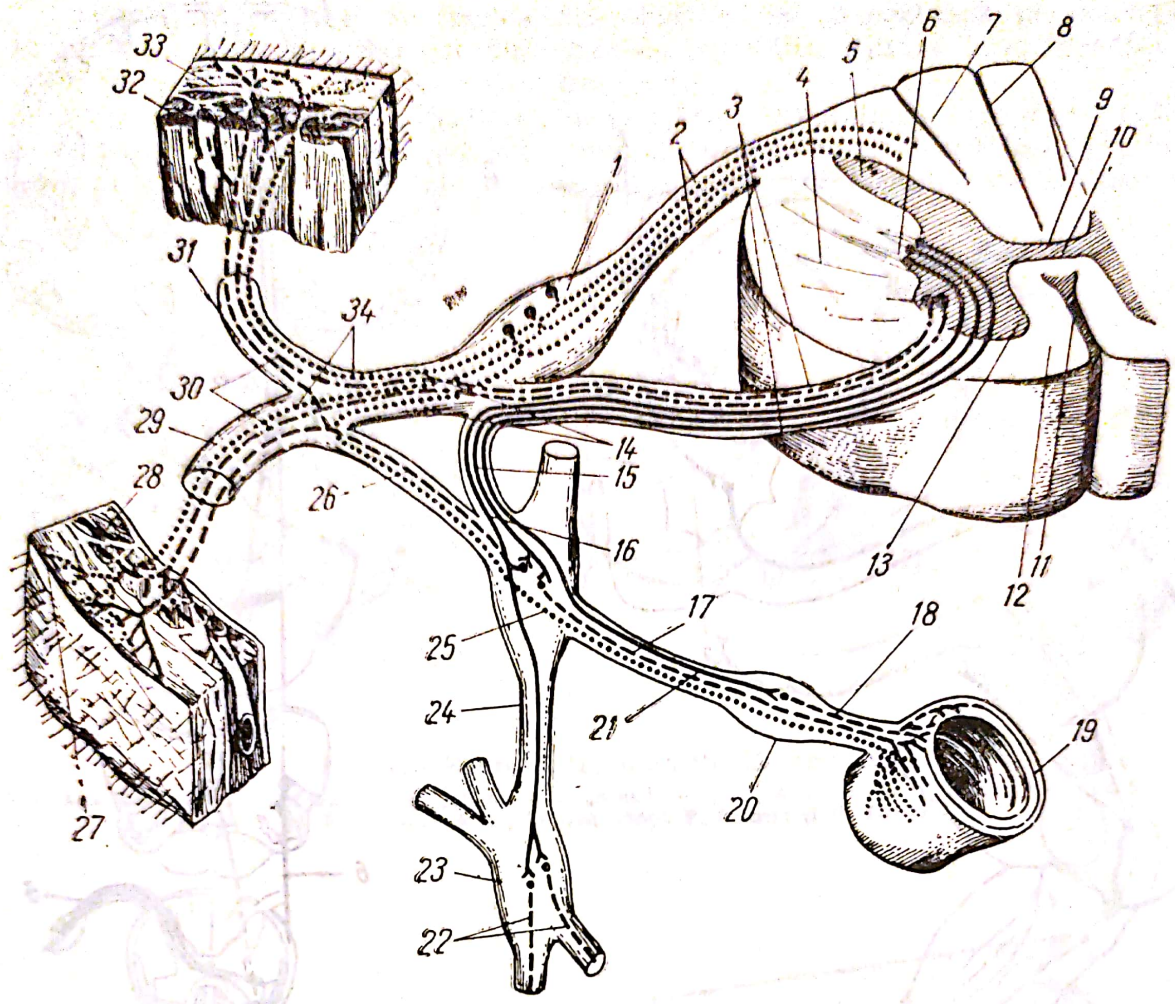


Fig. 125 Nervul spinal; legăturile cu nervul simpatic

1 — Ganglion spinale; *2* — Radix dorsalis; *3* — Radix ventralis; *4* — Funiculus lateralis; *5* — Cornu posterius; *6* — Cornu laterale (nucleus intermediolateralis) (lateralis); *7* — Funiculus posterior; *8* — Sulcus medianus (posterior); *9* — Canalis centralis; *10* — Commissura anterior grisea; *11* — Fissura mediana (anterior); *12* — Funiculus anterior; *13* — Cornu anterius; *14* — Nervus spinalis; *15* — R. communicans albus (fibrae preganglionares k. ganglion plexus autonomicus); *16* — R. communicans albus (fibrae preganglionares k. ganglion trunci sympathici); *17* — Fibrae postganglionares or ganglion trunci sympathici; *18* — Fibrae postganglionares or ganglion plexus autonomicus; *19* — Oprah; *20* — Ganglion plexus autonomicus; *21* — Fibrae preganglionares k. ganglion plexus autonomicus; *22* — Fibrae postganglionares; *23* — Ganglion trunci sympathici; *24* — R. interganglionaris; *25* — Ramuri aferente viscerocepti-ve; *26* — R. communicans grieseus (fibrae postganglionares k n. spinalis); *27* — Tegument; *28* — Mușchi; *29* — R. anterior; *30* — Ramuri motorii; *31* — R. posterior; *32* — Mușchi; *33* — Piele; *34* — Ramuri aferente somato-ceptive.

Principalele căi nervoase sensitive specifice sînt:

1. **Căile sensibilității exteroceptive** (fig: 127, 128), care conduc informații tactile, termice și dureroase culese de la tegument prin receptorii tactili; corpusculii Meissner, discurile Merckel, corpusculii Vater-Pacini, receptorii pentru durere reprezentați prin terminațiile nervoase libere intraepidermice și receptorii termici, corpusculii Krause pentru rece și Rufini pentru căldură. (fig. 129).

Primul neuron al căilor sensibilității exteroceptive este situat în ganglionii spinali și în ganglionii nervilor sensitivi cranieni. Ei își trimit dendritele pînă la nivelul organelor de recepție și prin bogata lor ramificare în jurul celulelor senzoriale culeg influxul nervos sensitiv elaborat la acest nivel și îl conduc pînă la corpul neuronului. Axonii acestui neu-

Scanned with OKEN Scanner

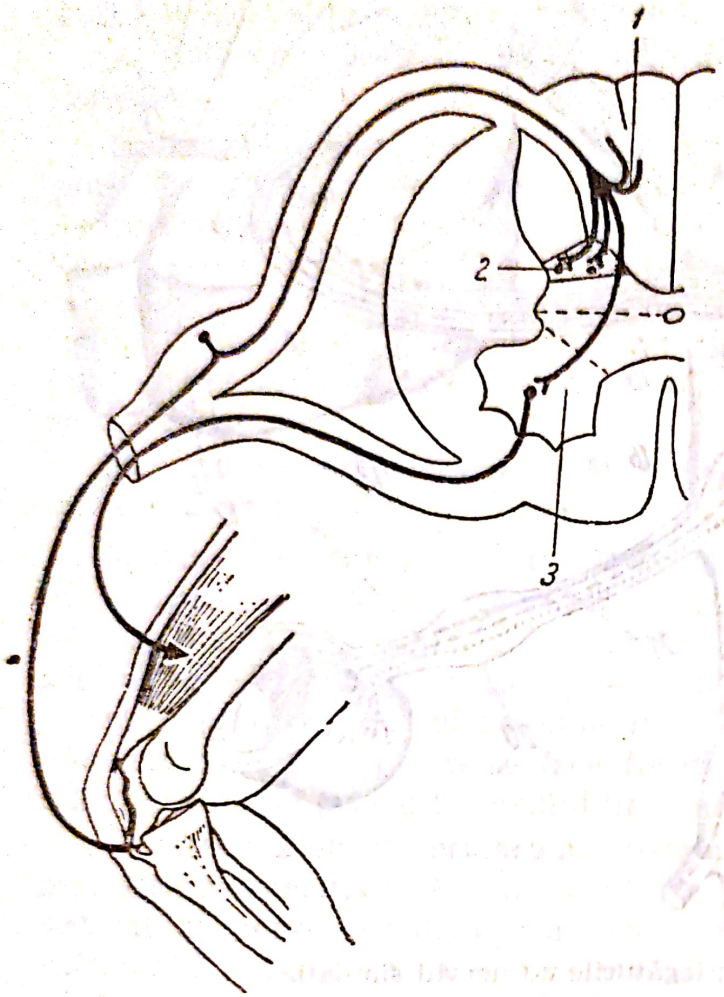


Fig. 126 Schema arcului reflex rotulian

1 — Fibre proprioceptive; *2* — Centri proprioceptivi (melcul Clerk); *3* — Fascicolul colateral reflex.

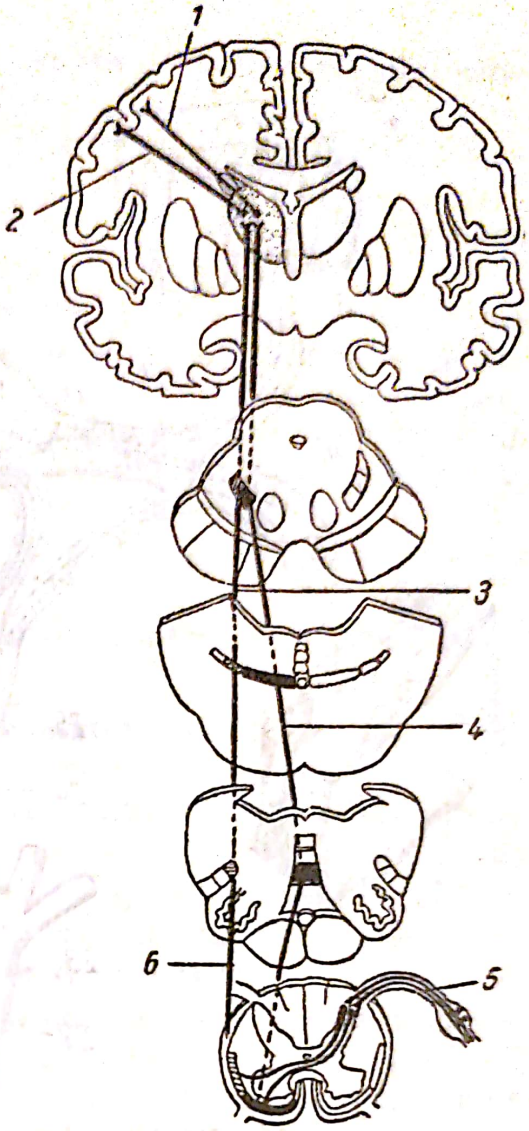


Fig. 127 Schema căilor nervoase exteroceptive (tactile, termice și dureroase)

1, 2 — Fibrele talamocorticale ale neuronului terminal; *3* — Fascicolele spinotalamice (axonul dentoneutronului); *4* — Fascicolul spinotalamic anterior (Fact); *5* — Protoneuronul din ganglionul spinal; *6* — Fascicolul spinotalamic lateral (temperatură, durere).

ron pătrund în sistemul nervos central, unde fac sinapsă cu neuronul al doilea, situat la nivelul măduvei spinării în substanţa gelatinoasă Rolando a cornului posterior, iar la nivelul trunchiului cerebral în nucleii sensitivi terminali.

Axonii neuronului al doilea, după ce se încrucișează, formează fasciculele spinotalamice anterior și lateral la nivelul măduvei spinării. În traiectul lor ascendent, ei străbat măduva spinării, bulbul, puntea și pedunculii cerebrali, terminîndu-se în nucleii laterali ai talamusului, unde se găsește neuronul al treilea al căilor exteroceptive. În lungul lor parcurs pînă la talamus, acești axoni trimit conexiuni tuturor nucleilor motori din etajele pe care le străbat, închizîndu-se astfel arcuri reflexe numeroase și complexe.

Scanned with OKEN Scanner

Axonii neuronului al treilea din talamus se proiectează pe scoarță în girusul postcentral, unde informațiile specifice ajunse sînt transformate în senzații tactile, termice și dureroase.

Segmentul central al căilor exteroceptive, care este și segmentul central al analizatorului cutanat are o arhitectură neuronală specială, predominînd neuronii din straturile granulare, care, după cum este cunoscut,

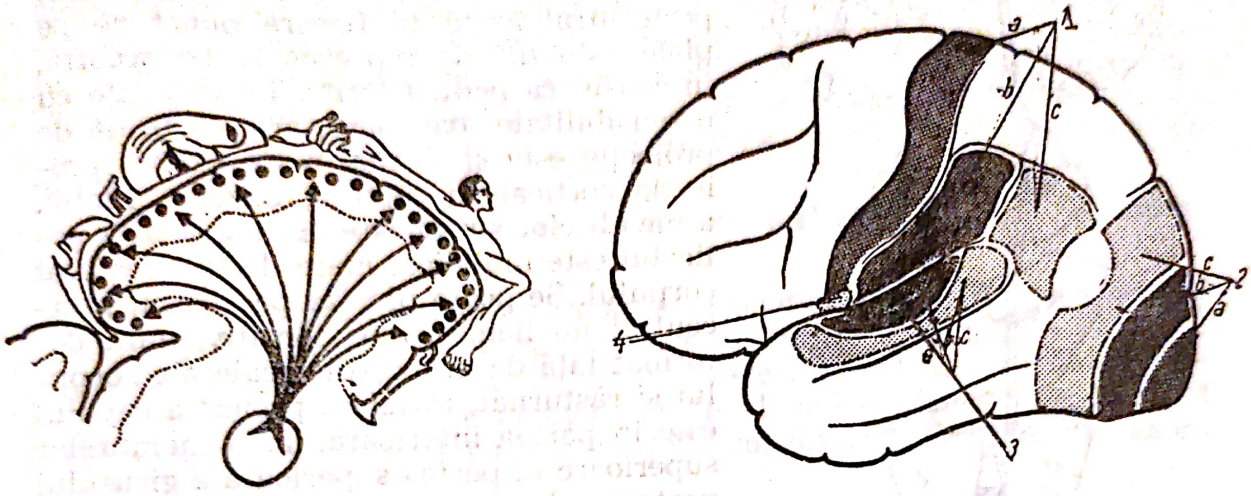


Fig. 128 Reprezentarea corticală senzitivă

1 — Aria somestezică receptoare — *a)* psihică — *b)* gnosică — *c)*; *2.* Aria vizuală (a, b, c); *3* — Aria auditivă (a, b, c); *4* — Aria gustativă. (după P. Bourret și R. Louis).

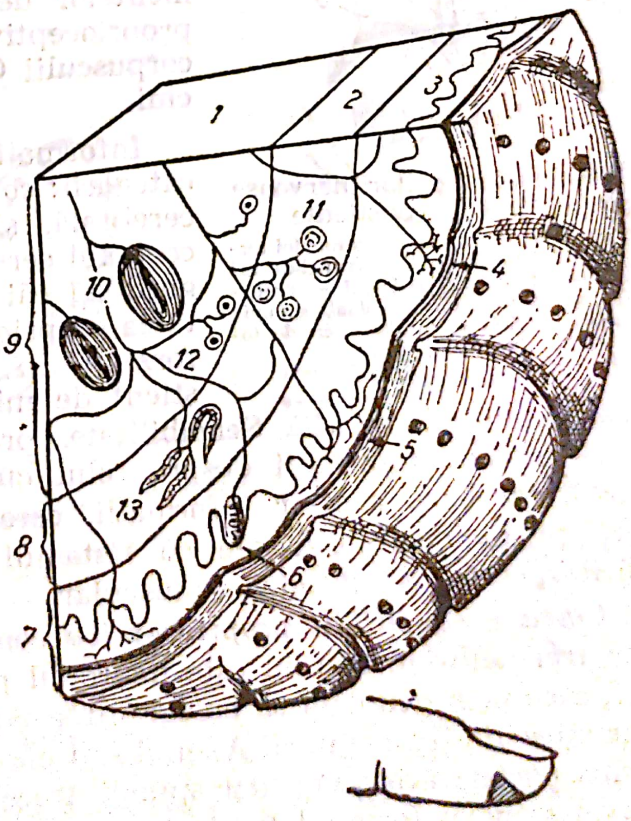


Fig. 129 Topografia receptorilor cutanați

1 — Hypoderm; *2* — Derm; *3* — Epiderm; *4* — Discuri Merkel (tactili); *5* — Terminații libere (durere); *6* — Corpusculi Meissner (tactili); *7* — Recepție tactilă și dureroasă; *8* — Recepție termică; *9* — Recepția de presiune; *10* — Corpusculi Vater-Pacini; (presiune); *11* — Corpusculi Krause (rece); *12* — Corpusculi Golgi (presiune); *13* — Corpusculi Rufini (căldură).

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 130 Schema căilor nervoase proprioceptive conștiente

1 — Fibre talamo-corticale ale neuronului terminal; *2* — Lemnicus medialis (panglica lui Reil sau fascicol bulbo-talamic); *3* — Proto-neuron pseudo-unipolar din ganglionii spinali; *4* — Nucleul lui Goll și Burdach (cu deuto-neuronul)

sînt neuroni receptori. Prelucrarea și integrarea superioară a informațiilor exteroceptive are drept rezultat formarea senzațiilor conștiente tactile, termice și dureroase.

Organizarea structurală a girusului postcentral arată că fiecare punct de pe piele este diferit reprezentat pe scoarță, în sensul că pentru teritoriile cutanate cu o sensibilitate mai mare, aria corticală de proiecție este și ea mai mare. Astfel proiecția corticală a capului, buzelor, limbii, a membrelor superioare și în special a policelui este mult mai mare decît a restului corpului. Se poate preciza pe girusul postcentral un homunculus sensitiv, mult deformat față de proporțiile reale ale corpului și răsturnat, astfel că proiecția capului este în partea inferioară, iar a membrelor superioare în partea superioară a girusului postcentral.

2. **Căile sensibilității proprioceptive** conduc informații culese de la nivelul mușchilor, tendoanelor, articulațiilor și ligamentelor de către organele de recepție proprioceptive: fusurile neuromusculare, corpusculii Golgi și cropusculii Vater-Pacini.

Informațiile proprioceptive sînt de două categorii: *conștiente*, care ajung la scoarța cerebrală, și *inconștiente*, care ajung la cortexul cerebelos. Fiecare din aceste categorii au căi nervoase specifice. Sensibilitatea proprioceptivă conștientă conduce informații în baza cărora omul este conștient de mișcările pe care le execută și de pozițiile în care se află. Sensibilitatea proprioceptivă inconștientă conduce la cerebel informații despre felul cum mușchii execută comanda corticală. Pe baza acestor informații, cerebelul după ce le integrează, asigură prin conexiunile sale cu sistemul extrapiramidal, coordonarea mișcărilor, echilibrul și tonusul muscular.

a) *Calea sensibilității proprioceptive conștiente* (fig. 130) are de asemenea trei neuroni. Primul este neuronul pseudounipolar din ganglionul spinal, care prin dendrita sa culege informațiile de la nivelul proprioceptorilor musculo-ligamentari. Axonul său pătrunde în măduva spinării prin rădăcina posterioară a nervilor spinali, trece în cordoanele posterioare ale măduvei spinării formînd fascicolele spino-bulbare Goll și Burdach și se

Scanned with OKEN Scanner

termină în bulb în nucleii Goll și Burdach unde se găsește neuronul al doilea. Axonii acestor neuroni, după ce se încrucișează în bulb formînd decusația lemniscală, constituie la nivelul trunchiului cerebral calea bulbo-talamică numită și lemniscul medial. Acestei căi i se adaugă și axonii neuronilor doi ai căilor proprioceptive din teritoriul nervilor cranieni vehiculate pe calea nervilor trigemen, facial, glosofaringian și componentei sensitive somatice a nervului vag. După ce stabilesc numeroase conexiuni cu nucleii din trunchiul cerebral, lemniscul medial se termină în talamus unde se găsește cel de al treilea neuron. De aici, axonii neuronului al treilea se proiectează pe scoarță în girusul postcentral, unde informațiile proprioceptive sînt transformate în senzații conștiente de mișcare și poziții.

Girusul postcentral este și segmentul central al analizatorului kinestezic.

b) *Calea sensibilității proprioceptive inconștiente* (fig. 131) are primul său neuron tot în ganglionul spinal, care-și trimite axonul prin rădăcina posterioară a nervilor spinali în cornul posterior. La baza cornului posterior, în nucleul Clark, se găsește cel de al doilea neuron. De la acest nivel, axonii neuronilor doi urmează două căi diferite. O parte din axoni

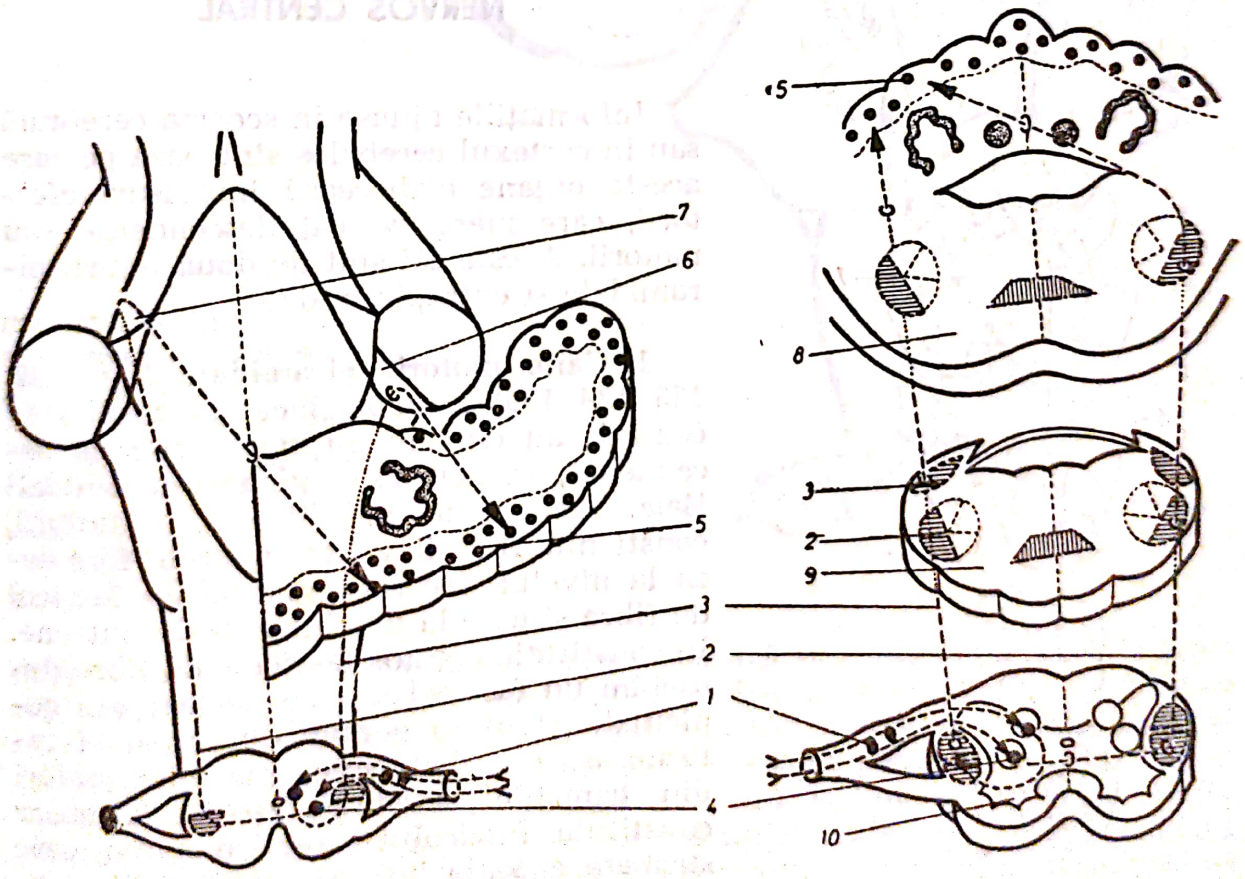


Fig. 131 Căile sensibilității proprioceptive inconștiente.

1 — Primul neuron din ganglionul spinal; *2* — Fascicolul spino-cerebelos încrucișat (Gowers); *3* — Fascicolul spino-cerebelos direct (Flachsig); *4*.—Al doilea neuron din cornul posterior al măduvei; *5* — Cortexul cerebelos; *6* — Pedunculii cerebeloși inferiori (mezencefal); *7* — Pedunculii cerebeloși superiori (mezencefal); *8* — Mezencefal; *9* — Bulbul rahidian; *10* — Măduva spinală.

(după P. Bourret și R. Louis).

Scanned with OKEN Scanner

trec în cordoanele laterale ale măduvei de aceeași parte constituind fascicolul spinocerebelos direct Flecsig, care pătrunde în cerebel prin corpii restiformi — pedunculii cerebeloși inferiori.

O altă parte din axonii neuronilor doi din nucleul lui Clark, trec de partea opusă a măduvei și ajung în cordoanele laterale, unde constituie fascicolul spinocerebelos încrucișat Gowers, care, după ce străbate măduva, bulbul și puntea, pătrunde în cerebel prin pedunculii cerebeloși superiori.

Ambele fascicole spinocerebeloase se termină în cortexul cerebelos, unde informațiile proprioceptive sînt integrate de cerebel care îndeplinește un rol comparator cibernetic. De la cerebel, impulsurile nervoase de corecție ajung prin nucleii centrali ai cerebelului și în special prin nucleul dințat, la nucleii motori extrapiramidali din trunchiul cerebral și prin căile extrapiramidale care-și au originea în acești nuclei ajung la motoneuronii din coarnele anterioare ale măduvei și din nucleii motori ai nervilor cranieni.

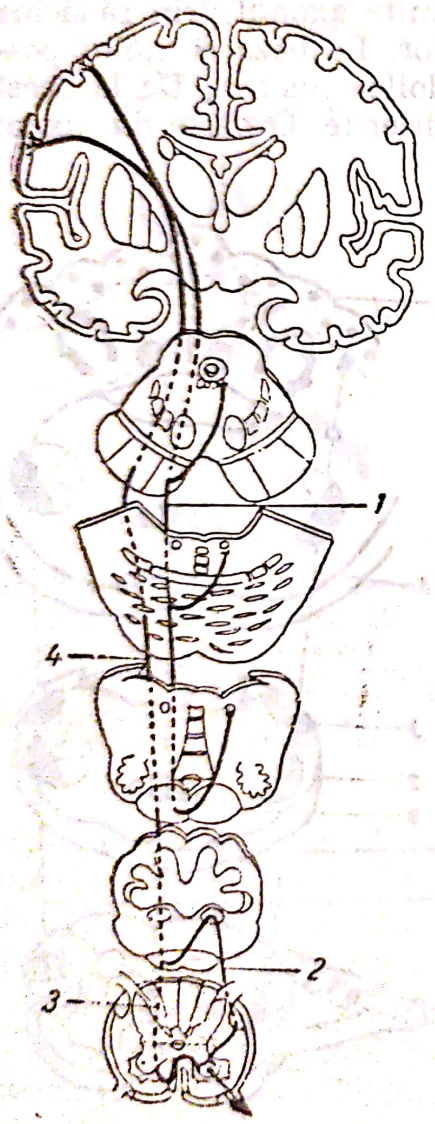


Fig. 132 Schema căilor piramidale
1 — Fascicol geniculat sau cortico-nuclear; *2* — Fascicol piramidal încrucișat; *3* — Fascicol piramidal direct; *4* — Fascicol piramidal sau cortico-spinal.

CĂILE DIN SISTEMUL NERVOS CENTRAL

Informațiile ajunse în scoarța cerebrală sau în cortexul cerebelos sînt baza pe care aceste organe elaborează impulsuri efectorii, care merg pe căi descendente sau motorii. Aceste căi sînt de două feluri: piramidale și extrapiramidale.

1. **Căile motorii piramidale** (fig. 132, 133, 134, 135) își au originea în girusul precentral sau circomvoluțiunea frontală ascendentă, în neuronii giganto-piramidali Betz. Ele conduc motilitatea voluntară, conștientă. Axonii acestor neuroni formează la nivelul fiecărei emisfere un fascicol de fibre situate la nivelul capsulei interne. În constituția acestor fascicole de fibre deosebim un fascicol cortico-nuclear sau geniculat, situat în genunchiul capsulei interne, care se distribuie nucleilor motori din trunchiul cerebral. Restul axonilor constituie fascicolul cortico-spinal care străbate capsula internă, pedunculii cerebrali, puntea și bulbul și ajung la măduva spinării după ce s-au încrucișat parțial în partea inferioară a piramidei bulbare. La acest nivel se constituie decusația pirami-

Scanned with OKEN Scanner

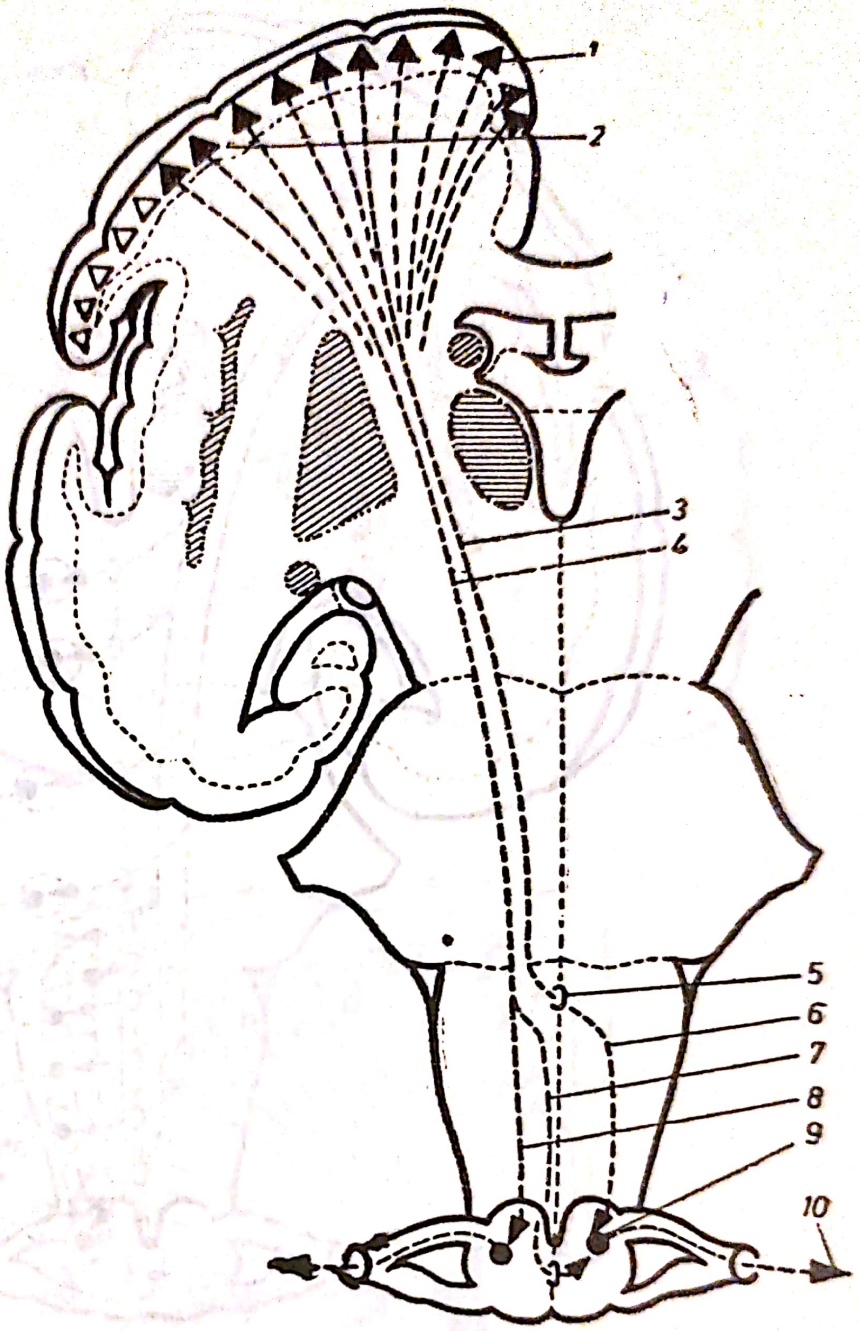


Fig. 133 Calea piramidală
1 — Neuronul central(celulele Betz); *2* — Aria somato-motoare (frontală ascendentă); *3* — Calea piramidală încrucişată; *4* — Calea piramidală directă; *5* — Decusaţia piramidală; *6* — Fascicolul piramidal încrucişat; *7* — Fascicolul piramidal direct; *8* — Fasc. piramidal homolateral; *9* — Neuronul periferic (cornul anterior); *10* — Muşchiul.
(după P. Bourret şi R. Louis).

dală, unde circa 80% din axoni se încrucişează şi ajung în cordoanele laterale ale măduvei unde constituie fascicolul piramidal încrucişat. Pe măsură ce coboară la nivelul măduvei, axonii pătrund în coarnele anterioare şi fac sinapsă cu neuronii motori, care sînt al doilea neuron motor ai căilor motilităţii voluntare. Restul axonilor care nu se încrucişează în bulb, pătrund în cordoanele anterioare ale măduvei unde formează fascicolul piramidal direct Türck. Pe măsură ce coboară, aceşti axoni trec treptat de partea opusă şi fac sinapsă cu neuronii motori din coarnele anterioare opuse. În felul acesta, fie în bulb, fie în măduva spinării, căile motorii voluntare se încrucişează total, astfel că întreaga conducere a motilităţii voluntare este încrucişată.

Scanned with OKEN Scanner

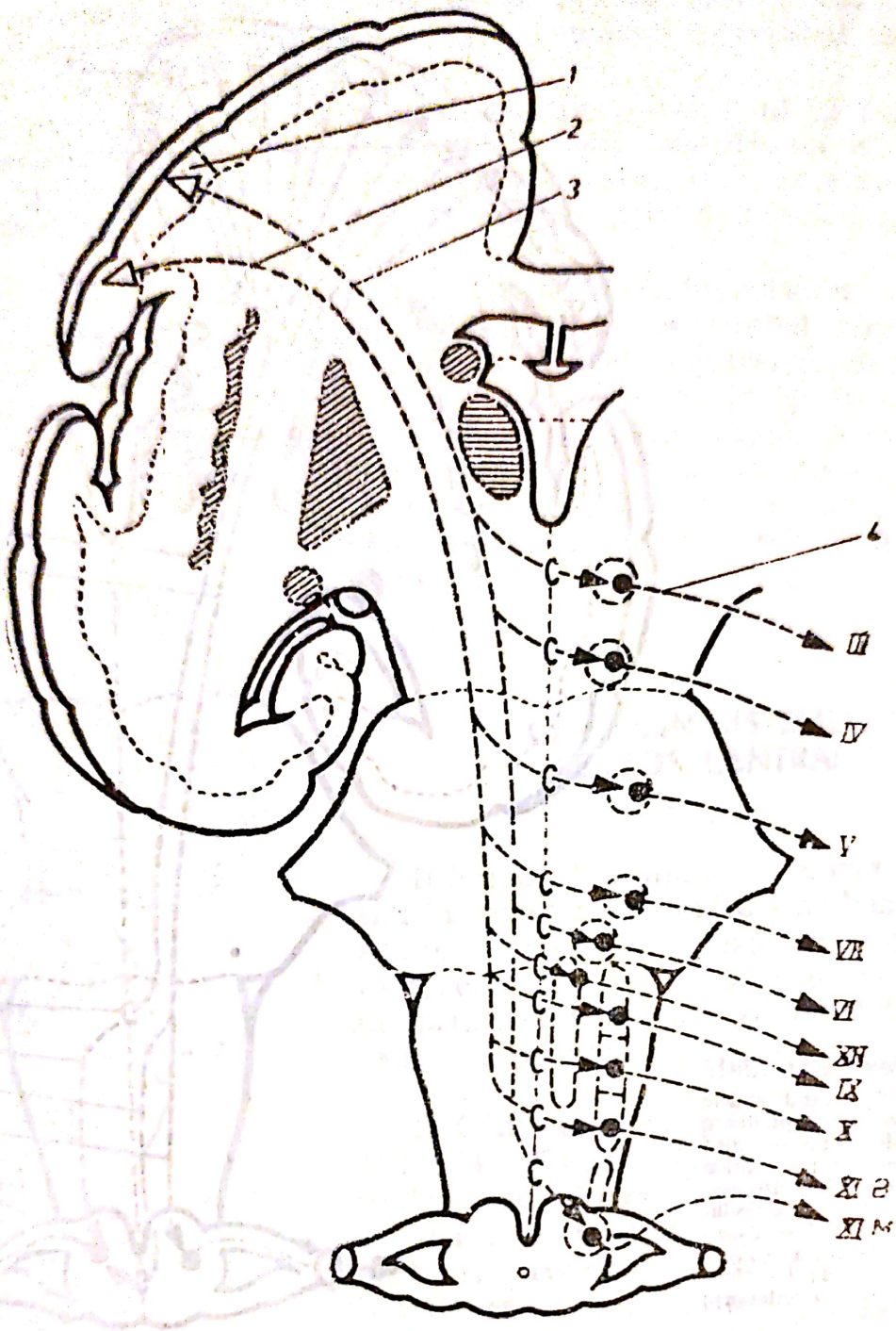


Fig. 134 Reprezentarea corticală motorie

1 — Aria somato-motorie; *2* — Aria motricității automate; *3* — Arii de coordonare motoare cortico-cerebeloase; *4* — Aria psiho-motorie.
(după P. Bourret și R. Louis)

În leziunile ce pot apare pe traiectul căilor motorii cortico-spinale, se produc paralizii de tip central, avînd caracterul de mișcări necoordonate, de tip spastic.

Neuronul motor medular își trimite axonul la mușchi, constituind unitatea neuro-motorie; leziuni survenite la acest neuron cum este cazul poliomielitei sau la axonii acestor neuroni, cum se întîmplă în traumatisme sau accidente, produc paralizii de neuron periferic, care sînt totale, iar mușchii se atrofiază.

Scanned with OKEN Scanner

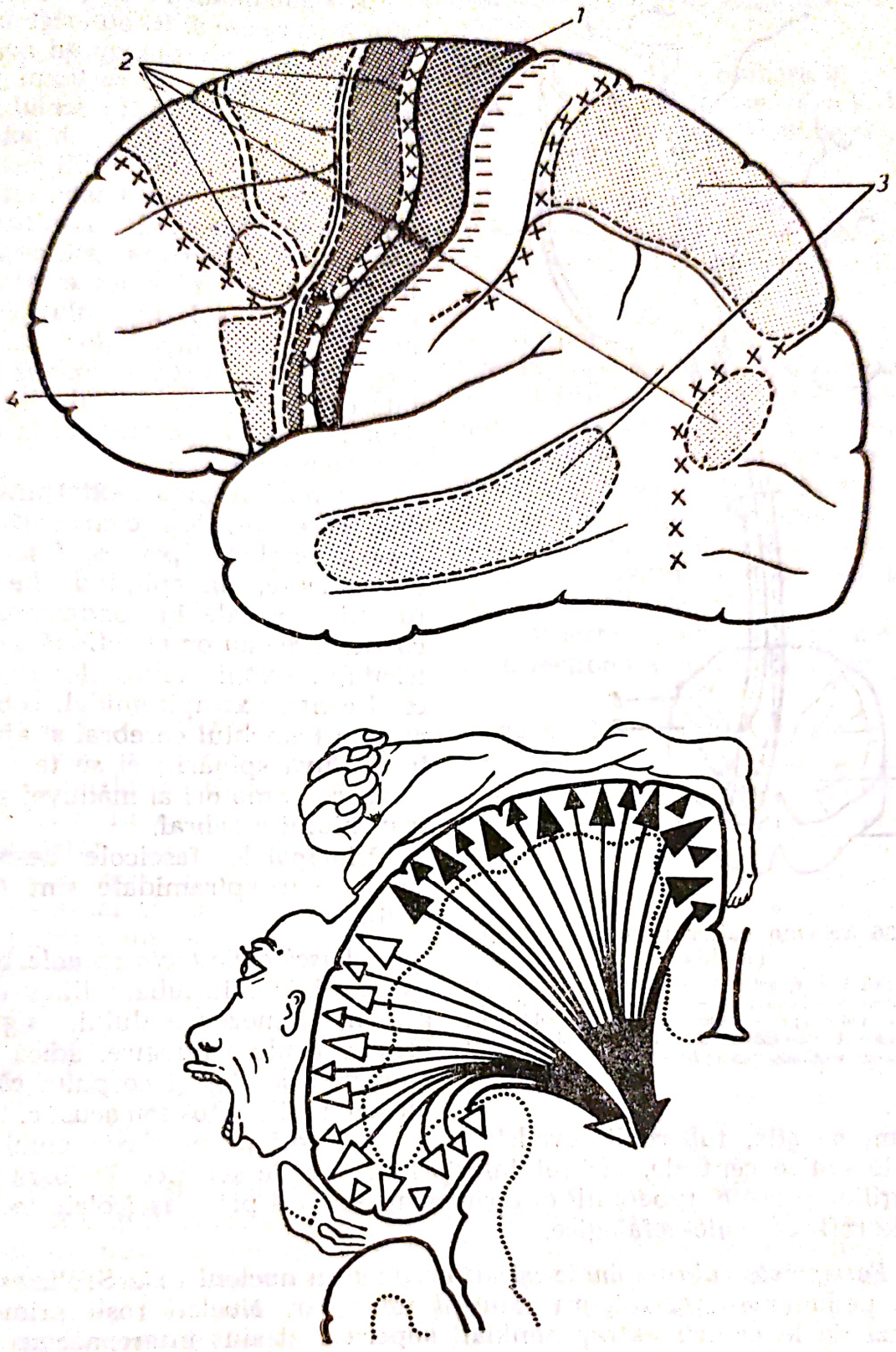


Fig. 135 Fascicolul cortico-nuclear (geniculat)

1 — Neuronul central — celulele lui Betz; *2* — Aria somato-motoare (frontala); *3* — Fasc. oculo-cefalogir; *4* — Neuronul periferic al nervilor; III. N. oculomotor; IV — N. trohlear; V — N. trigemen; VII — N. facial; VI — N. abducens; XII — N. hipoglos; IX — N. gloso faringian; X — N. vag; XI — N. accesor;
(după P. Bourret și R. Louis)

Scanned with OKEN Scanner

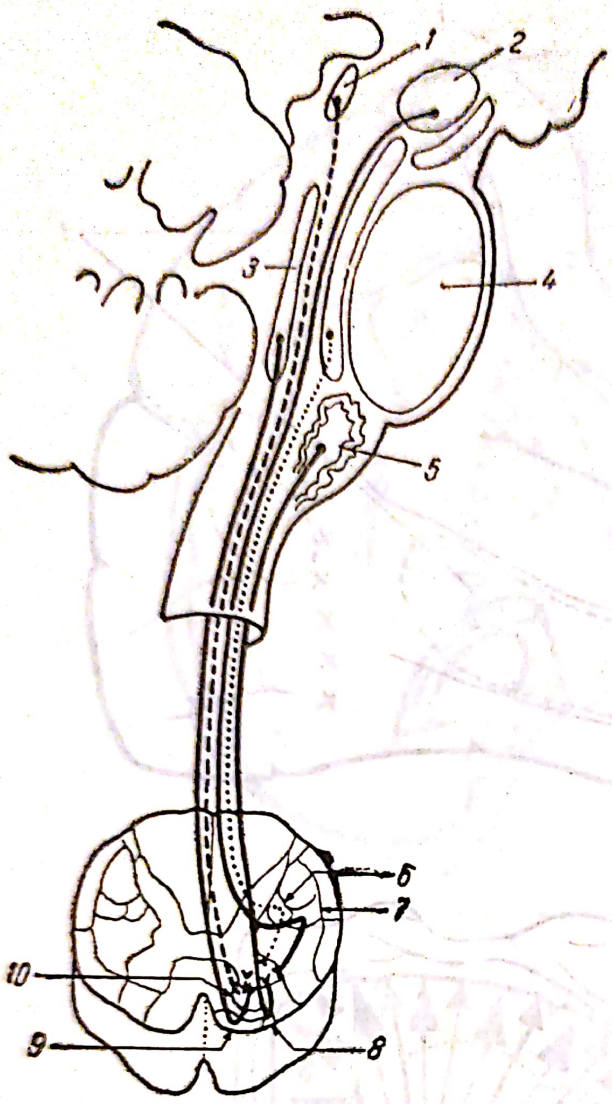


Fig. 136 Schema căilor nervoase extrapiramidale

1 — Nucleii tecto-spinali; *2* — Nucleul roşu (Stilling); *3* — Nucleii vestibulari; *4* — Formaţiunea reticulată; *5* — Oliva bulbară; *6* — Fascicolul reticulo-spinal lateral; *7* — Fascicolul rubro-spinal; *8* — Fascicolul olivo-spinal; *9* — Fascicolul vestibulo-spinal; *10* — Fascicolul tecto-spinal.

2. **Căile motorii extrapiramidale** sînt numeroase şi îşi au originea în diverse etaje ale sistemului nervos central, începînd cu cortexul prefrontal, nucleii bazali: nucelul lenticular, nucleul caudat, hipotalamusul, nucleul roşu, corpii cvadrigemeni, nucleii vestibulari, olivele bulbare etc. Ele conduc motilitatea automată şi semivoluntară, asigură în mod automat reflex echilibrul corpului, tonusul muscular, coordonarea fină a mişcărilor etc. Întreg sistemul extrapiramidal este interconectat cu cerebelul care îndeplineşte un important rol în motricitatea automată.

Din nucleii motori extrapiramidali, care sînt toţi comandaţi de scoarţa cerebrală, pornesc fascicole descendente, îndeplinind fiecare funcţii speciale în conducerea şi coordonarea automat reflexă a motricităţii. Axonii neuronilor din aceşti centri extrapiramidali coboară prin trunchiul cerebral şi ajung în măduva spinării; ei se termină în neuronii motori ai măduvei şi ai trunchiului cerebral.

Principalele fascicole descendente exprapiramidale sînt (fig. 136):

a) *Fascicolele tecto-spinale*, care îşi au originea în tuberculii cvadrigemeni ai mezencefalului, asigură reflexe oculo-cefalogire, adică întoarcerea ochilor şi corpului către un semnal luminos sau acustic. După cum se ştie, tuberculii cvadrigemeni superiori primesc conexiuni de la căile optice centrale, iar cei inferiori de la căile acustice. Pe baza informaţiilor primite, tuberculii cvadrigemeni asigură prin fascicolele tecto-spinale reflexe oculo-cefalogire.

b) *Fascicolele rubro-spinale* îşi au originea în nucleul roşu Stilling din calota pedunculară şi asigură tonusul muscular. Nucleii roşii primesc comenzi de la centrii extrapiramidali superiori şi sînt interconectaţi cu cerebelul prin fibrele dento-rubrice.

c) *Fascicolele vestibulo-spinale* îşi au originea în nucleii vestibulari din trunchiul cerebral şi asigură în mod automat-reflex echilibrul în poziţiile şi mişcările simple. Şi nucleii vestibulari sînt interconectaţi cu cerebelul,

Scanned with OKEN Scanner

care prin fibrele eferente dento-vestibulare concură la asigurarea automată a echilibrului.

d) *Fascicolele olivo-spinale* își au originea în olivele bulbare și au un rol important în coordonarea fină a mișcărilor; de asemenea, olivele bulbare sînt interconectate cu cerebelul, de la care primesc impulsuri prin fibrele dento-olivare.

e) *Fascicolele reticulo-spinale* își au originea în substanța reticulată a trunchiului cerebral și în afară de funcții vegetative au un rol și în coordonarea automat-reflexă a mișcărilor. (De exemplu, declanșarea automată a mișcărilor inspiratorii).

Asigurarea echilibrului, a tonusului și coordonarea mișcărilor este o funcție importantă a sistemului nervos la care participă, sub comanda scoarței cerebrale, întreg sistemul extrapiramidal și cerebelul. Îndeplinirea unor mișcări simple sau complexe se asigură prin arcuri reflexe de diferite complexități, în funcție de cerințele de înaltă măiestrie motrice. În procesul însușirii unor mișcări și pe parcursul perfecționării acestora, se stabilesc circuite complexe, cum ar fi spre exemplu circuitul cortico-ponto-cerebelo-dento-rubro-spinal, pentru asigurarea tonusului. Există numeroase circuite de acest fel, fiecare avînd rolul de a-și aduce contribuția la însușirea și perfecționarea activității motrice.

Activitatea motrică este condusă de scoarța cerebrală prin zona sa motorie din girusul precentral și este perfecționată cu ajutorul cerebelului și al sistemului extrapiramidal.

În girusul precentral se poate preciza un homunculus motor, răsturnat și mult deformat, întrucît reprezentarea corticală ține de perfecțiunea mișcărilor de care sînt capabile unele grupe musculare și nu de masa mușchilor. În zona motorie a scoarței sînt situați neuronii care inervează musculatura corpului în întregime; există un mare număr de neuroni pentru mușchii mimicei, ai vorbirii articulate, ai membrelor superioare și în special ai policelui. Capacitatea motrică a copiilor este foarte mare, iar plasticitatea scoarței cerebrale la această vîrstă permite învățarea a numeroase mișcări, care prin repetare devin treptat stereotipuri, cum este, spre exemplu, mersul, alergarea etc.

Învățarea și perfecționarea unei mișcări este un proces lent și îndelungat, care se face cu conlucrarea a numeroși centri nervoși, ai cerebelului, sub conducerea scoarței cerebrale. Acest proces este, de fapt, un model de conexiune inversă — *feed back* — unde organul de comandă este scoarța cerebrală, iar moderatorul este cerebelul. (fig. 137, 138). *Neocerebelul este centrul reglator* al mișcărilor asigurînd armonia perfectă a gesturilor. Influxul nervos ajuns de la scoarța cerebrală la cerebel se întoarce sau pe căile cerebelo-talamo-corticale sau merge fie la nucleii striați (centri ai motilității involuntare corticale) fie pe căile extrapiramidale prin fascicolul rubrospinal, realizîndu-se pe aceste căi coordonarea motorie.

Totodată paleocerebelul (structură nervoasă apărută anterior neocerebelului pe scara filogenetică) constituie un creier proprioceptiv care reglează tonusul muscular stabilind echilibrul contracțiilor musculare și compensația necesară pentru anumite atitudini posturale.

Scanned with OKEN Scanner

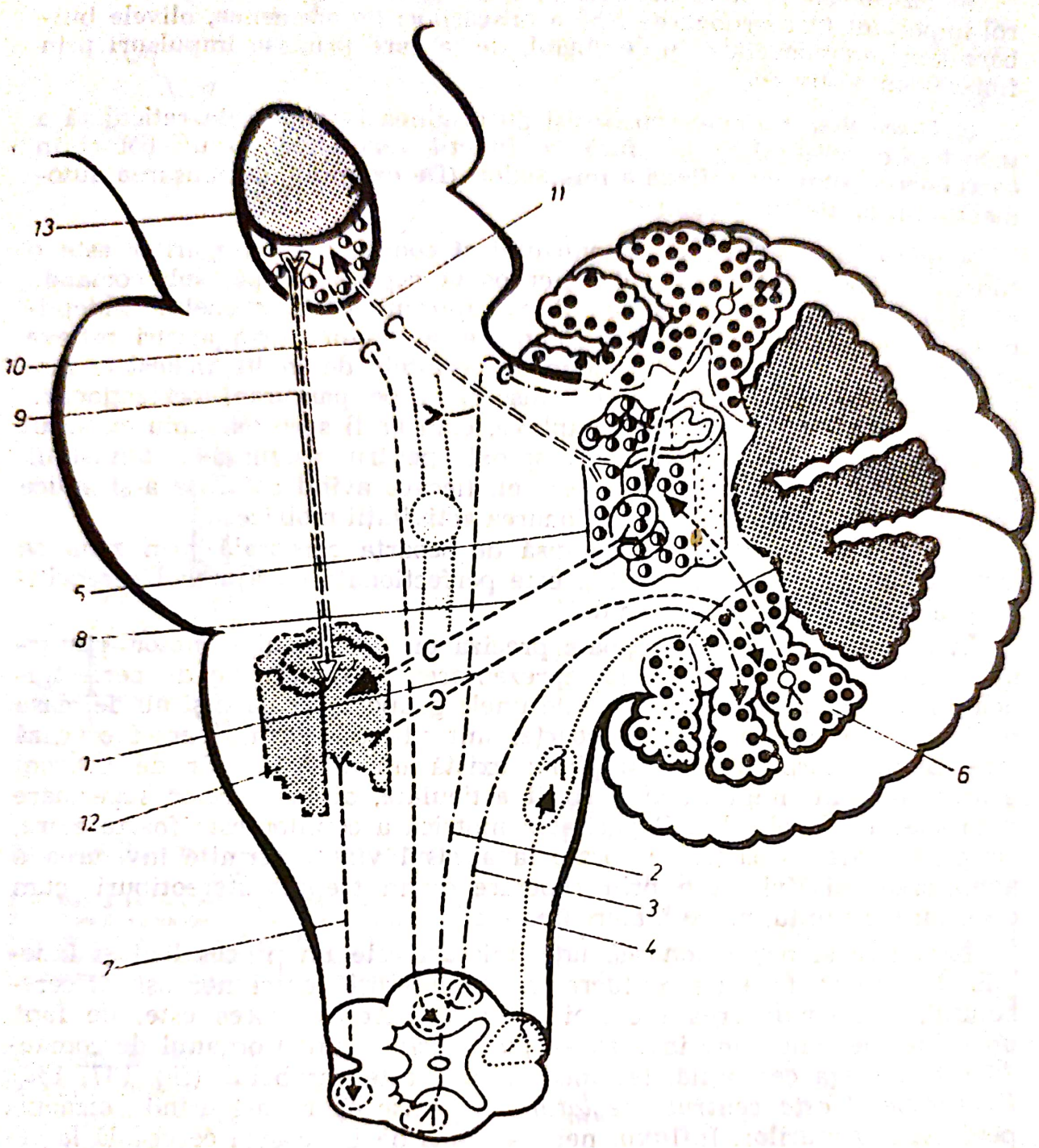


Fig. 137 Circuitele nervoase care asigură tonusul muscular.

Căi aferente:

1 — Fascicolul olivo-cerebelos; *2* — Fasc. spino-cerebelos încrucișat (Gowers); *3* — Fascicolul spino-cerebelos direct (Flechsig); *4* — Fasc. senzitivo-cerebelos.

Centrii:

5 — Nucleul dințat din cerebel; *6* — Cerebelul (paleocerebelul);

Căi eferente:

7 — Fascicolul olivo-spinal; *8* — Fascicolul cerebelo-olivar; *9* — Fascicolul central al calotei; *10* — Fascicolul rubro-spinal; *11* — Fascicolul dento-rubric; *12* — Oliva bulbară; *13* — Nucleul roșu din mezencefal.

(după P. Bourret și R. Louis)

Scanned with OKEN Scanner

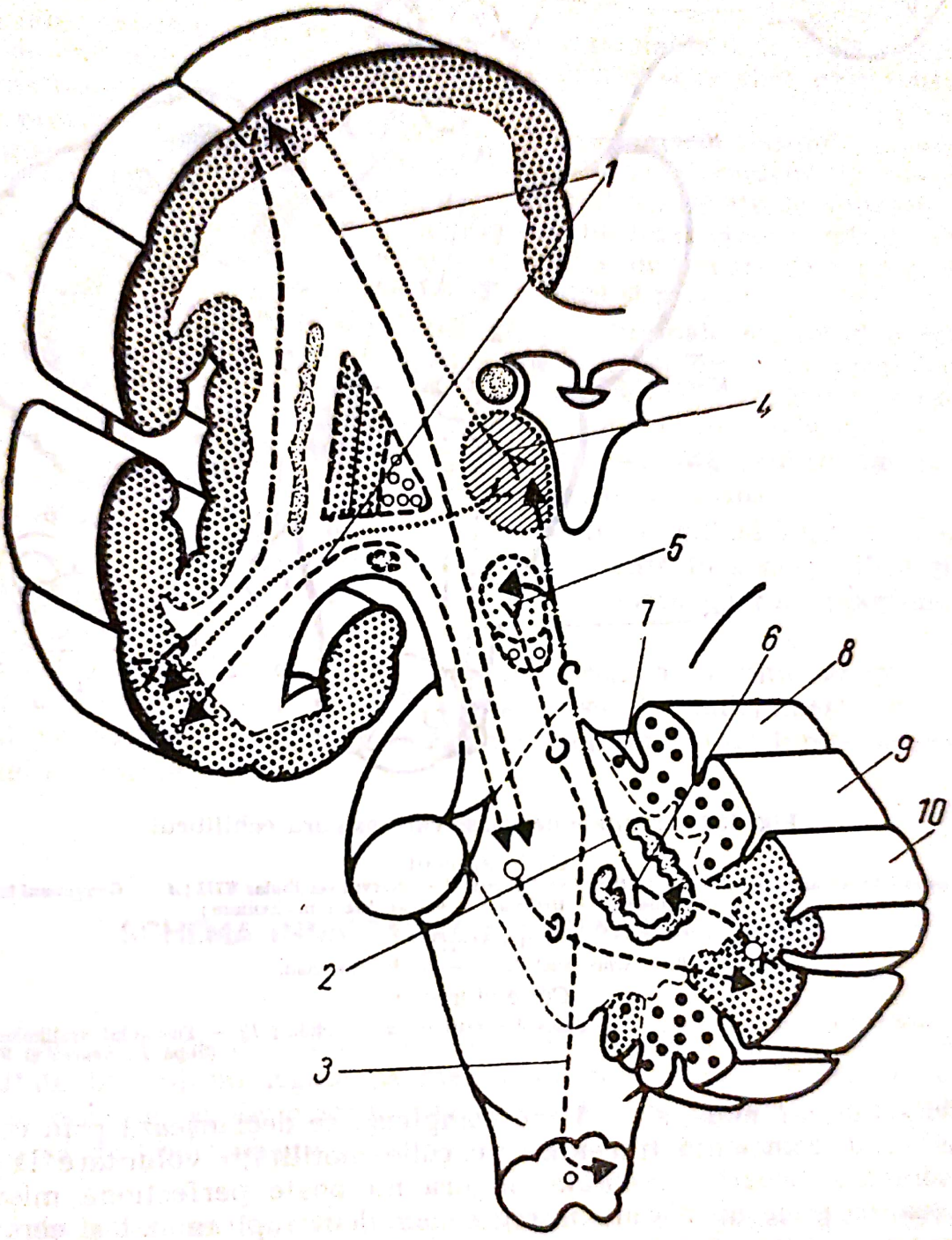


Fig. 138 Neo-cerebelul (coordonarea motorie)

Căi aferente:

1 — Căi cortico-ponto cerebeloase (Turck-Meynert); (de la cortexul frontal, temporal și parieto occipital).

Centrii:

Lobul posterior al cerebelului (declive, folium, tuber); Nucleul dințat.

Căi eferente:

2 — Fasc. dento rubro — talamic; *3* — Fasc. rubro — spinal; *4* — Talamus; *5* — Nucleul roșu; *6* — Nucleul dințat; *7* — Membrul inferior; *8* — Trunchiul; *9* — Membrul superior; *10* — Capul.

Scanned with OKEN Scanner

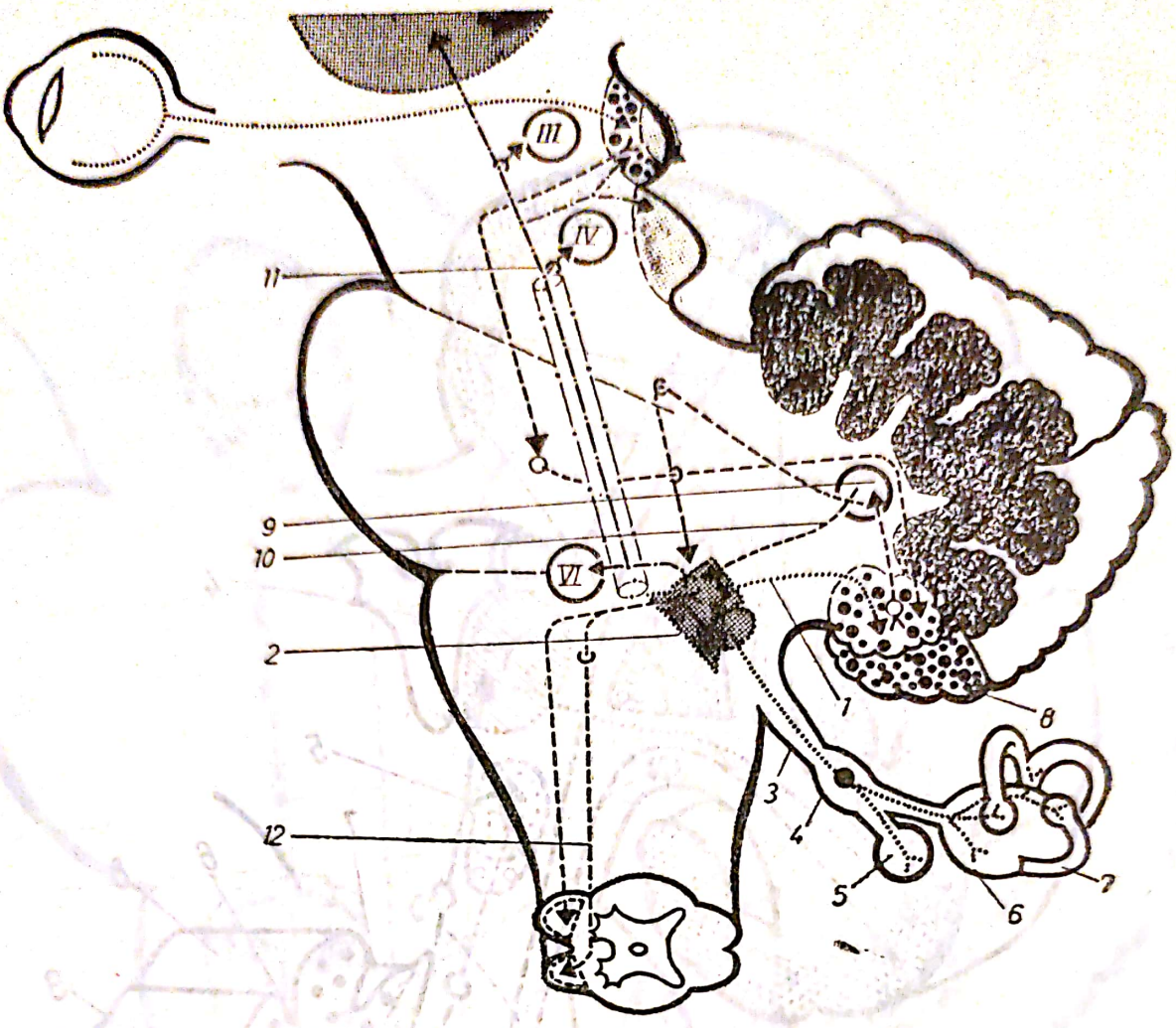


Fig. 139 Circuitele nervoase care asigură echilibrul.

Căile aferente:

1 — Fascicolul vestibulo-cerebelos; *2* — Nucleii vestibulari; *3* — Nervul vestibular VIII; *4* — Ganglionul lui Scarpa; *5* — Sacula; *6* — Utricula; *7* — Canalele semicirculare;

Centrii:

8 — Arheo-cerebelul; *9* — Nucleii fastigiali.

Căile eferente:

10 — Fascicolul cerebelo-vestibular; *11* — Fascicolul vestibulo-mezencefalic; *12* — Fascicolul vestibulo-spinal. (după *P. Bourret* și *R. Louis*).

Orice mișcare nouă, simplă sau complexă, se declanșează prin comandă cerebrală conștientă transmisă pe căile motilității voluntare la mușchii somatici. Scoarța cerebrală singură nu poate perfecționa mișcarea; de aceea, ea pune în mișcare întreg sistemul extrapiramidal și cerebelul. În acest cadru cerebelului îi revine un rol foarte important și în menținerea reflexă a echilibrului (fig. 139).

După declanșarea conștientă a mișcării, mușchii care au început contracția, informează permanent prin conexiune inversă despre felul cum execută comanda. Conexiunea inversă în feed-backul motor este reprezentată prin căile proprioceptive inconștiente, fascicolele Flecsig și Gowers, care ajung la cerebel, ce îndeplinește rolul de comparator. După integrarea informațiilor primite, cerebelul asigură corecția nu direct la

Scanned with OKEN Scanner

mușchi, ci prin conexiunile sale cu sistemul extrapiramidal. Fascicolele extrapiramidale arătate mai sus ajung la neuronul motor din măduvă sau la nucleii motori din trunchiul cerebral și transmit impulsul de corecție.

În felul acesta și prin repetări numeroase se stabilesc legături trainice între diverși centri nervoși din scoarță, subcortex și cerebel, care reușesc să perfecționeze mișcările.

În procesul învățării unei mișcări sînt antrenate la început numeroase grupe musculare, ceea ce determină un consum crescut de energie. Cu timpul și datorită conexiunii inverse, sînt antrenate în mișcare tot mai puține grupe musculare, ajungîndu-se în final și în cadrul unei înalte măiestrii motrice, la limitarea grupelor musculare la strictul necesar, ceea ce face ca mișcarea să fie economică și precisă.

Substanța reticulată, formată din grupe neuronale alcătuind o rețea, se găsește situată pe toată lungimea măduvei spinării, în jurul canalului ependimar, în cordoanele laterale din măduva cervicală și toracică superioară, precum și pe toată lungimea trunchiului cerebral, pînă la diencefal. În trunchiul cerebral ea se găsește situată printre nucleii și fascicolele de fibre, precum și în jurul apeductului Silvius.

Cercetările recente au arătat că substanța reticulată reprezintă o a treia cale de conducere ascendentă și descendentă însă nespecifică și că, alături de căile sensitive și motorii specifice, joacă un rol important în activitatea sistemului nervos.

Această cale nespecifică este multineuronală și multisinaptică din care cauză influxul nervos circulă mai încet. Ea îndeplinește, pe lîngă funcții vegetative, și un rol de seamă facilitator sau inhibitor asupra scoarței cerebrale.

SCHEMA INTEGRATIVĂ A SISTEMULUI NERVOS

Sistemul nervos, în dezvoltarea sa istorică morfofiziogenetică, constituie o entitate indisolubil legată de mediul extern, sursa importului de materie și energie, și de mediul intern, al cărui regulator chimic este, în funcția sa de homeostazie și care s-a izolat treptat de cel extern în filogeneză.

Subdivizarea sa în sistem nervos al vieții de relație (ecotrop) și al vieții vegetative (idiotrop) este numai schematică și impusă de nevoia de prezentare. Interrelațiile sale cu sistemul endocrin implică înglobarea lor funcțională într-un *aparat de corelație*, astfel sistematizat:

1. **sistemul nervos** *(central și periferic)* **cu organele de simțuri,** subîmpărțite în:

— a) *sistemul ecotrop*, ce dirijează viața de relație, al cărei instrument de acțiune este partea somatică a corpului și

Scanned with OKEN Scanner

— b) *sistemul idiotrop*, care asigură manifestările vitale în jurul unui echilibru curgător, homeostazia, avînd ca instrument de lucru partea viscerală a corpului, ambele sisteme laolaltă realizînd corelaţiile nervoase.

2. **sistemul glandular**, ce realizează corelaţiile humorale, compus şi el din:

— a) *sistemul endocrin*, sursa secreţiilor interne, ce se varsă în sînge sau limfă, acţionînd la distanţă ca mesageri chimici şi

— b) *sistemul hematopoetic*, ce primeşte continuu elementele figurate ale sîngelui, scoase din circulaţie prin uzură funcţională, după 4 luni pentru eritrocite (3—6 săptămîni pentru sîngele transfuzat) şi circa 10 zile pentru granulocite şi trombocite, durată stabilită prin metoda izotopilor.

În cele ce urmează expunem succint caracterele morfofiziologice ale sistemului nervos, accentuînd principiile de organizare şi funcţionare ale axului neuroendocrin, care reglează homeostazia.

Rolul sistemului nervos în procesele de adaptare a fost dezvoltat de Pavlov. Sistemul nervos îşi asociază mecanismele hormonale ce preced în filogeneză apariţia sa. La animalele superioare sistemul nervos declanşează reacţia de adaptare, pe care o continuă apoi hormonii. În ultima instanţă atît sistemul nervos cît şi hormonii acţionează asupra parenchimului organic pe cale biochimică, în reacţii catenare, astfel încît „Sfîrşitul unui reflex reprezintă un excitant pentru reflexul următor", (Pavlov) împletindu-se în acest mod reacţiile nervoase cu cele endocrine.

Corelaţiile nervoase se dezvoltă în evoluţie pe urma corelaţiilor chimice cu care se interpenetrează, adăugîndu-se la acţiunea lentă, de durată, a mediatorilor chimici, reacţia promptă a sistemului nervos, cu rol de comutator, după nevoile organismului, la excitaţiile din ambianţă.

Legătura intimă funcţională dintre sistemul nervos şi cel endocrin este materializată prin contopirea ambelor ţesuturi în compunerea unor glande ca suprarenalele.

În evoluţia diferenţierii sistemului endocrin, se deosebesc după B ö k e r mai multe stadii, astfel:

— **stadiul** I: producţia de hormoni este o însuşire fundamentală a oricărei celule vii: în acest stadiu se pot îngloba celulele interstiţiale din stratul propriu al mucoasei intestinale, iar după T i n e l numeroasele aparate intramurale periferice, ţesutul nodal şi celulele cromafine dispersate în toate ţesuturile şi organele; ele ar constitui elemente primordiale ale sistemului idiotrop, ce întreţin proprietăţile fundamentale ale acestora, veritabilele aparate autonome;

— **stadiul** II: gruparea celulelor endocrine în organe, care au şi alte funcţiuni ca: gonadele, insulele pancreatice, paraganglionii cromafini, corpusculul carotic;

— **stadiul** III: specializarea funcţională a unor organe de sine stătătoare, prin transformarea epiteliului de origine ca paratiroidele, timusul şi tonsilele, organe limfoepiteliale mixte;

— **stadiul IV:** formarea unor organe epiteliale izolate sau în comun cu ţesutul nervos, ca tiroida, hipofiza, epifiza şi suprarenalele.

Scanned with OKEN Scanner

Funcţiile endocrine se pot rezuma astfel:

— reglarea organogenezei şi creşterii (funcţii morfogenetice),
— reglarea catabolismului şi anabolismului în (funcţiile de adaptare metabolice),
— menţinerea constantelor fiziologice şi bio-fizico-chimice ale mediului intern, homeostazia (funcţii de autoreglare),
— reglarea funcţiilor de dezintoxicare şi imunitară a organismului (funcţii de apărare),
— formarea caracterelor sexuale secundare şi reglarea proceselor de reproducere (sexualitate şi naştere) (funcţii de sexualitate şi reproducere).

Hormonii acţionează în strînsă corelaţie cu vitaminele în procesele nutritive, diferenţa între acestea fiind bine sesizată de A s h e r, care a numit vitaminele regulatori chimici ai mediului extern, iar hormonii regulatori de aceeaşi natură ai mediului intern.

Cu toate rezervele pe care le fac unii fiziologi şi fiziopatologi, acţiunea hormonilor este totdeauna secundară în procesele integrative, rolul primar avîndu-l sistemul nervos, dar nu trebuie uitat că în ultima instanţă, atît sistemul nervos cît şi cel endocrin acţionează asupra celulelor şi umorilor tot pe cale biochimică; această interrelaţie este mai bine dovedită, mai ales prin funcţia de neurocrinie, asupra căreia vom reveni.

Organismul ca sistem deschis se dezvoltă şi trăieşte permanent sub influenţa excitaţiilor funcţionale, care joacă rolul informaţiilor din cibernetică. De asemenea în organism în interrelaţia dintre sistemele de comandă şi autoreglare, există şi numeroase legături interne, biochimice şi nervoase, ce funcţionează după sistemul conexiunii inverse, tot din cibernetică.

Aceste excitaţii şi incitaţii sînt de ordin *morfogenetic*, vădindu-se mai ales în dezvoltare, diferenţiere şi creştere.

În viaţa adultă ele apar ca reglatoare ale proceselor de regenerare şi cicatrizare a ţesuturilor distruse, de ordin *funcţional*, care îi întreţin viaţa adaptînd-o la stimulurile primite şi de ordin *trofic*, cu înrîurire atît morfo- cît şi fiziogenetică.

Oricît de importante sînt influenţele hormonale, sistemul nervos este cel mai important pentru menţinerea reactivităţii organismului şi numai el este acela, care declanşează întreaga sa capacitate de reacţie la nevoie.

Întregul sistem nervos funcţionează pe cale reflexă (reflexe mono-, bi- sau polisinaptice) de la reflexele limitate locale, care întreţin automatismul organelor, adică proprietăţile fundamentale ale ţesuturilor acestora, pînă la reflexele din ce în ce întinse, integrative, reflexele cerebrale.

Acestea se desfăşoară la diferitele trepte de organizare, astfel:

— *Aparatele intramurale periferice*, a căror activitate este pînă la un punct autonomă, deci cu oarecare independenţă de restul sistemului nervos (atît excitaţia cît şi impulsul efector desfăşurîndu-se local) constituiesc întîia etapă a acestui sistem. Excitaţia mucoasei unui viscer cavitar se reflectă într-un efect motor, asupra tunicii musculare, sau secretor, asupra glandelor intraparietale.

Scanned with OKEN Scanner

— *Inervația modificatoare orto- și parasimpatică,* antagonistă, cu doi efectori, unul preganglionar și altul postganglionar, cu sinapsa pentru grupul ortosimpatic aproape de nevrax (ganglionii paravertebrali) iar pentru grupul parasimpatic departe de nevrax (ganglionii prevertebrali sau juxtamurali); această inervație a cărei origine este în măduva spinării și trunchiul cerebral, se conectează în substanța cenușie cu cea somatică și astfel la acest nivel începe integrarea celor două sisteme, idiotrop și ecotrop, făcîndu-ne să înțelegem de ce fiecare reacție ecotropă implică și efecte idiotrope și invers: sensibilitatea după terminologia lui C a n n o n este astfel exteroceptivă (din lumea din afară) și interoceptivă (din interiorul corpului), aceasta subdivizată la rîndul său în proprioceptivă, din organele aparatului de susținere și mișcare și visceroceptivă, din sînul organelor interne. Reacția adecvată va fi exteroceptivă, cînd se va manifesta prin musculatura striată, și interoceptivă, prin musculatura netedă a viscerelor, și prin secreție glandulară, această inervație reprezentînd a doua treaptă a sistemului neuro-vegetativ.

— *Inervația de comandă* a întregii vieți vegetative în sistemul diencefalo-hipofizar iar creierul motor primar în ganglionul bazal, aceasta constituie a treia treaptă a sistemului nervos, care asociază aici, ca și la periferie, cele două sisteme, nervos și endocrin, hipotalamusul funcționînd ca un creier vegetativ, iar hipofiza ca un creier endocrin.

— *Inervația integrativă* ecotropă și idiotropă la nivelul scoarței cerebrale. Din comparația acestor două sisteme, se constată unele caractere mai importante.

— *o descentralizare periferică* a ganglionilor de sinapsă, care au migrat în morfogeneză extranevraxial, cei doi neuroni efectori orto- și parasimpatici reprezentînd după D e l m a s, neuronul preganglionar, un neuron conector și cel postganglionar, un neuron efector;

— funcția sa *autoreglatoare* a metabolismului organic, a cărei expresie este homeostazia;

— *polarizarea* funcțiilor vegetative și *ritmicitatea* funcționării lor, prin diferențierea sa în două grupuri funcțional antagoniste, *ortosimpatic,* mobilizator al rezervelor, cataboligen și ergotrop (creator de energie) după W. H e s s și *parasimpatic* restaurator al structurii și capacității de adaptare și apărare, anaboligen, trofotrop (histotrof) endofilactic, după același autor, primul dominînd ziua, în timpul activității, iar celălalt noaptea, cînd organismul se reface prin odihnă;

— totdeauna există o triplă inervație a organului: una receptoare senzitivă și alte două motoare (orto- și parasimpatică, respectiv piramidală) în legătură, cum vom vedea, cu antagonismul și sinergismul organelor efectoare;

— toți centrii conectori dintre calea aferentă și cea eferentă funcționează activ, valorificînd excitația prin integrare și diferențiere și determinînd impulsul motor, de la cele mai simple reflexe spinotruncale, involuntare, pînă la reflexele conștiente cerebrale.

Scanned with OKEN Scanner

SCHEMA DE ORGANIZARE A SISTEMULUI NEUROVEGETATIV

Sistemul nervos constituie un tot unitar; separaţia prea netă între cele două sisteme ecotrop şi idiotrop, atît de intim intricate nu este decît arbitrară şi dictată de considerente didactice. În fapt, aceste două sisteme reprezintă cele două aspecte simultane ale aparatului de armonizare ale organismului cu mediul extern.

De asemenea, cele două aspecte ale sistemului neuro-vegetativ, cîrmuitorul şi reglatorul metabolismului, ortosimpaticul, grupul *ergotrop*, dinamizant şi parasimpaticul, grupul *trofotrop endofilactic* anabolizant, după expresia lui W. Hess, sînt în strînsă corelaţie cu manifestările vitale ce evoluează între activitate (uzura materiei vii) şi repaos (regenerarea acesteia). Activitatea ortosimpaticului predomină în timpul efortului sau în faza de invazie a unei boli, în timp ce parasimpaticul intervine mai ales în somn şi repaus şi în faza de convalescenţă de boală. Această diferenţiere funcţională este în strînsă legătură cu ritmicitatea şi polaritatea vieţii, periodicitate condiţionată de ritmul cosmic diurn de la suprafaţa pămîntului şi polaritate, specifică vieţii, care nu se poate întreţine decît într-un echilibru curgător, evoluînd între uzură şi refacere.

Pe plan funcţional, aceste două sisteme antagoniste (acolo unde ortosimpaticul este accelerator, parasimpaticul este moderator, şi invers), lucrează ca „nişte hăţuri cu care vizitiul modifică viteza animalului, sau ca pedalele unui pian, cu care muzicantul întăreşte sau înăbuşe sunetele acestuia".

Proprietăţile fundamentale ale viscerelor (organele metabolismului) sînt asigurate de aparatele intramurale, dezvoltate în pereţii organelor cavitare sau în parenchimul organelor pline. Numai acestea merită denumirea de sistem autonom, dată iniţial de L a n g l e y, întregului sistem

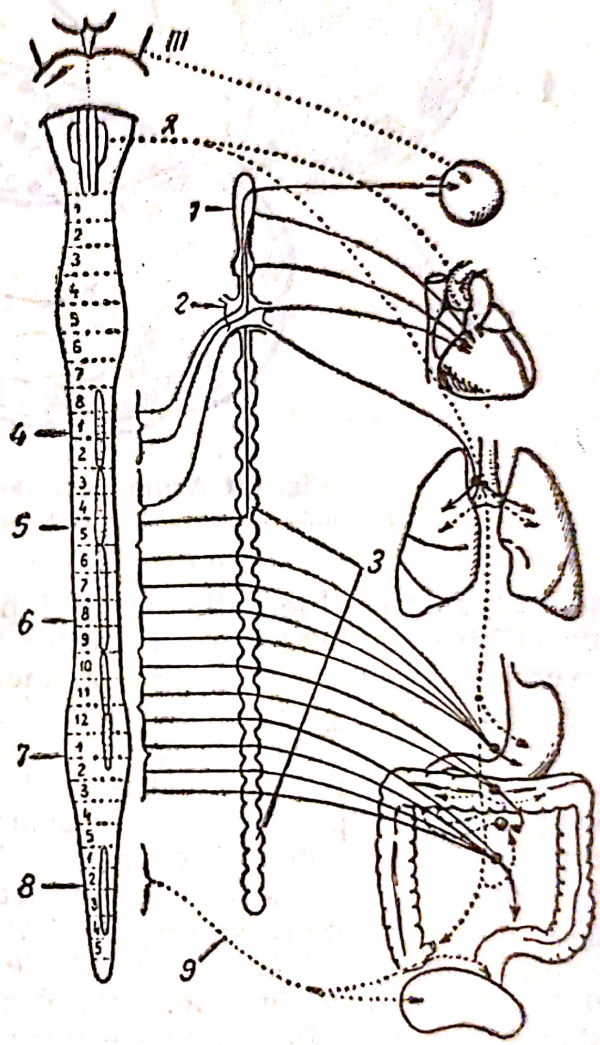


Fig. 140 Schema sistemului nervos vegetativ

— Cu linii continue simpaticul — Cu linii punctate parasimpaticul

Simpaticul

1 — Ganglion cervical superior; *2* — Ganglionul stelat; *3* — Lanţul ganglionilor simpatici paravertebrali; *4* — Centrul cilio-spinal; *5* — Centrul bronho-pulmonar; *6* — Centrii organelor abdominale; *7* — Centrii organelor pelviene.

Parasimpaticul

8 — Parasimpaticul pelvin; *9* — Nervul pelvin; *III* — Parasimpaticul mezencefalic (nervii cilindri); *X* — Nervul vag şi teritoriul pe care-l inervează.

Scanned with OKEN Scanner

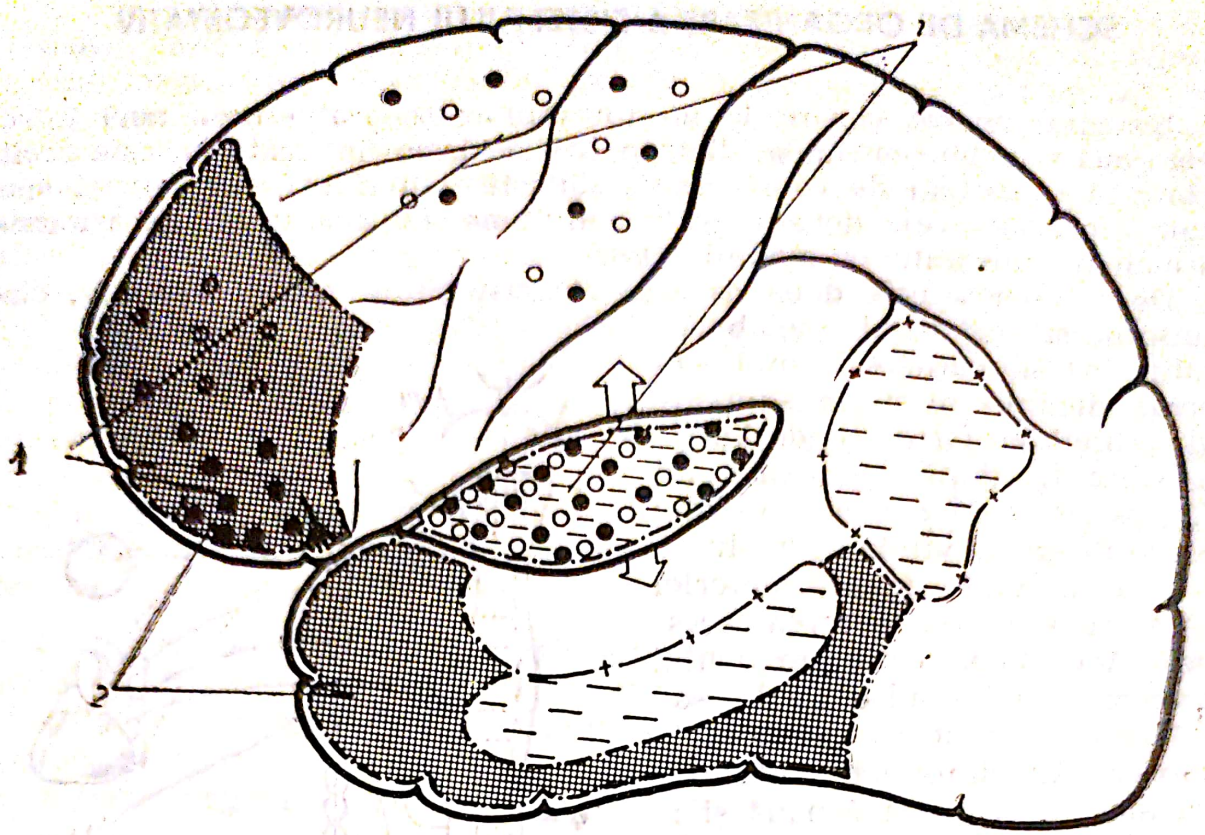


Fig. 141 Ariile corticale asociative și vegetative
1 — Ariile vegetative; *2* — Ariile asociative. (după *P. Bourret* și *R. Louis*)

neurovegetativ. Înervația orto- și parasimpatică are numai o influență de slăbire sau tonificare a acestor însușiri. Din această dublă acțiune exercitată permanent asupra organelor, rezultă o stare de echilibru, o constantă fiziologică, *tonusul neurovegetativ*, care, asemănător unui pendul în mișcare, oscilează între două limite extreme. În acest mod se adaptează capacitatea de reacție a întregului organism la excitațiile variabile din mediul extern prin reflexe de apărare proprii materiei vii. Același tonus dirijează și bilanțul energetic al organismului, care din acest punct de vedere nu este decît o mașină transformatoare de energie, dar, adăugăm noi după expresia lui Rainer: „O mașină mai mare care face mașini mai mici, identice cu ea", deci o mașină de tip special, dacă s-ar putea spune o mașină vie. De aceea intervenția ce se face simțită și în starea de boală, cînd ființa vie intră în luptă cu agresiunea agenților patogeni la care, dacă nu este direct mortală, organismul răspunde prin un efort general a cărui conducere o preia sistemul ortosimpatic.

În schema de organizare a sistemului neuro-vegetativ avem de deosebit următoarele etaje:

1. *Aparatele intramurale* amintite, care asigură automatismul organelor, deci proprietățile lor fundamentale, chiar și atunci cînd toate legăturile lor nervoase au fost interceptate înspre nevrax; aceste aparate constituie *sistemul intramural* (metasimpaticul lui Hainel Lavastine) aceste aparate sînt dispersate în toate organele în unele (glande) fiind reprezentat de celule ganglionare izolate sau grupate cu o bogată

rețea nervoasă. Sistemul intramural cunoscut de școala anglo-saxonă și sub denumirea de „enteric system", deși are activitate proprie, este influențat în sens pozitiv sau negativ de sistemul simpatic; aceasta este adevăratul sistem autonom, termen folosit mai ales de școala anglo-saxonă pentru întregul sistem nervos vegetativ, termen impropriu, dar intrat în uz de la Langley în tradiția acestei școli.

2. *Sistemul simpatic* este grupul modificator al sistemului intramural și se compune din două grupe: *ortosimpaticul* (neosimpatic) și *parasimpaticul* (paleosimpatic, în terminologia lui Rousey și Mosinger). Aceste grupe au o întindere diferită în lungul nevraxului, o histotopie diferită, caractere morfologice care pot fi corelate cu proprietățile lor fiziologice.

Astfel *grupul ortosimpatic* se întinde de-a lungul măduvei spinale între locurile de emergență ale plexurilor nervoase, ce deservesc membrele locomotoare. Grupul ortosimpatic se întinde astfel la om, de la cervicala V pînă la lombara II, iar centrii săi ocupă coloana intermediolaterală, reprezentată de celule mici fuziforme, cu axul orientat transversal. Continuitatea centrilor ortosimpatici ca și limitarea lor la o anumită parte a măduvei spinale (viscerele capului și gîtului membrele superioare primesc inervație din partea cefalică a acestei coloane, iar viscerele pelvine și membrele inferioare din partea sa caudală) explică intrarea sa simultană și globală în acțiune în faza inițială a agresiunii și a efortului. Tot acest grup ortosimpatic are influență inhibitoare asupra tubului digestiv și excitatoare asupra cordului și pupilei, precum și asupra mușchilor bronho dilatatori.

Se explică astfel de ce intervenția ortosimpaticului mobilizează rezervele organice, pentru a susține reacția de apărare a organismului în fața agresiunii. Febra, tahicardia, hiperpnea sînt efecte ale acțiunii sale cataboligene.

Grupul parasimpatic visceral este dispus numai în anumite părți ale măduvei și trunchiului cerebral, putînd fi subdivizat într-o parte cranială, parasimpaticul cefalic și o parte caudală, parasimpaticul sacrat. Acest grup e format tot din celule vegetative fuziforme, cu axul lor mare orientat longitudinal. Rațiunea pentru care cele două grupe ale parasimpaticului sînt separate una de alta la cele două extremități ale nevraxului, rezidă în acțiunea sa anaboligenă separată în reflexe orale, respectiv anale la cei doi poli ai corpului, care reprezintă de fapt polurile de intrare și ieșire ale aparatelor economiei organice (de aport și eliminare a materiei). Aceste reflexe sînt separate în organism și pînă la un punct chiar antagoniste, fapt inteligibil prin aceea că materia introdusă trebuie să aibă timpul necesar spre a fi digerată și asimilată înainte de eliminarea deșeului. Tot așa se explică de ce parasimpaticul cefalic își întinde teritoriul său de acțiune prin vag pînă la unghiul splenic al colonului, adică pînă la acel nivel de unde începe să se manifeste influența parasimpaticului sacrat, adică acela care asigură eliminarea fecalelor pentru tubul digestiv.

Din punct de vedere funcțional, parasimpaticul cranial asigură mioza, secrețiile lacrimală, salivară, gastrică, biliară, intestinală și peristaltismul tubului digestiv, bronhoconstricția și cardiomoderația, pe cînd parasimpaticul sacrat comandă erecția și ejacularea, defecația, micțiu-

Scanned with OKEN Scanner

nea și parturiția, precum se vede funcții legate de evacuarea organelor pelvine, organismul comportîndu-se față de elementele și produsul reproducerii ca și față de deșeurile ce trebuiesc eliminate. De altfel, fiziologic se știe că există un oarecare antagonism chiar între funcțiile acestui parasimpatic. Astfel micțiunea inhibă defecația și ejaculația micțiunea.

Aceste reflexe anaboligene au fost deci polarizate dintr-o necesitate vitală, care să asigure îndeplinirea funcțiilor de refacere a rezervelor organice. Cît privește inervația segmentară, vegetativă, cervico-toraco-lombară întinsă de-a lungul părților respective ale măduvei spinării care, în trecut, era considerată ca inervație parasimpatică cutanată, se știe azi că ea este reprezentată de fibre vegetative vasodilatatoare segmentare, care asigură inhibiția sudorației și pilo-erecției, cunoscut fiind că vasoconstricția, piloerecția și sudorația sînt declanșate de ortosimpatic.

De asemenea se știe azi că locul sinapsei între cei doi neuroni preși postganglionari este variabil: pentru ortosimpatic în lanțul ganglionar („truncus sympathicus") pentru organele capului, gîtului și toracelui în ganglionii prevertebrali, pentru organele abdomino-pelvine, într-un cuvînt sinapsa ortosimpatică se face cît mai aproape de nevrax și cît mai departe de organ; pentru grupul parasimpatic sinapsa se face în ganglionii periferici sau juxtamurali, pe scurt, cît mai departe de nevrax și mai aproape de organ. Cît privește sinapsa fibrelor segmentare vegetative cutanate, sinapsa acestora se face după concepția lui C. Elze și Ken-Kuré în ganglionii spinali (hipersimpatic în terminologia lui Roussy și Mosinger).

3. *Sistemul diencefalo-hipofizar* (fig. 142), reprezintă zona de comandă a întregii vieți vegetative, constituind astfel creierul vegetativ și endocrin. Acesta cuprinde nucleii hipotalamici și nucleii tuberieni descriși

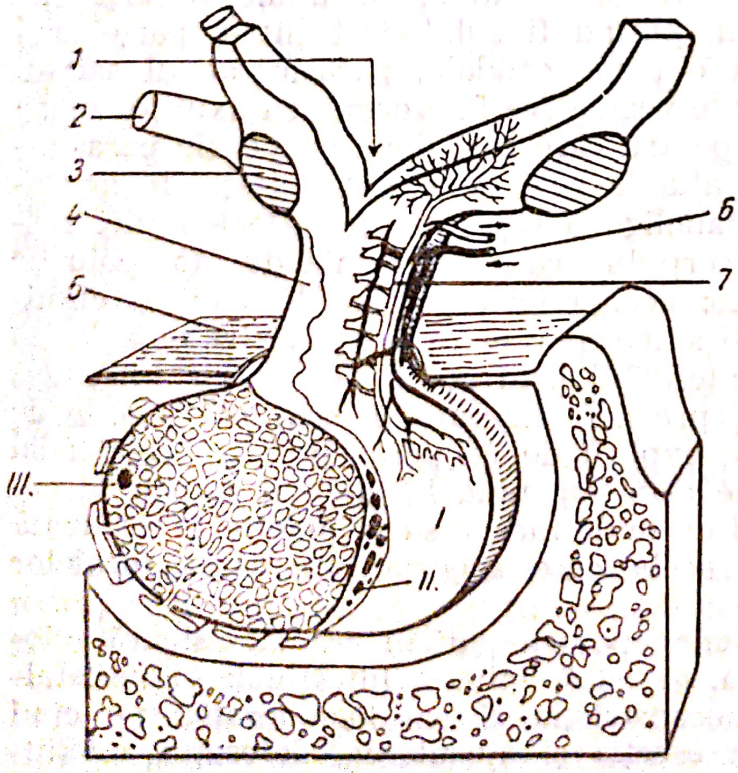


Fig. 142 Secțiune prin glanda hipofiză

1 — Recesul infundibular; *2* — Nervul optic; *3* — Chiasma optică; *4* — Tija hipofizară; *5* — Diafragma șelei turcești; *6* — Artera hipofizară superioară; *7* — Vena portală hipofizară; *I* — Lobul posterior al hipofizei; *II* — Lobul intermediar; *III* — Lobul anterior.

Scanned with OKEN Scanner

histotopic în strînsă legătură anatomică și funcțională prin neurocrinie cu hipofiza. Se admite de către unii autori că partea posterioară și dorsală a hipotalamusului ar avea proeminent funcții ortosimpatice, pe cînd partea sa anterioară și ventrală ar avea efecte parasimpatice. Astăzi știm, după cercetările făcute, că nucleii hipotalamusului nu acționează separat în reglarea unor funcții izolate, ci intervin într-o activitate comună ca un mare complex funcțional. Sistemul diencefalo-hipofizar dirijează metabolismul prin numeroase căi descendente spre centrii orto- și parasimpatici ai nevraxului și prin mijlocirea neurosecreției și a secrețiilor hipofizare. Acest sistem orientează reacțiile fizico-chimice din corp, cum ar fi metabolismul apei, electroliților, metabolismul protidelor, glucidelor și lipidelor, o serie de reacții fiziologice ca vasomotricitatea, mijlocul de adaptare al circulației la nevoile întregului organism, sudorația pusă în serviciul reglării termogenezei, diureza care deservește eliminarea substanțelor toxice, veghea și somnul, această funcție intermitentă restauratoare a capacității organice vitale precum și funcții somatotrope în morfogeneza și creșterea individului sau genitotrope în serviciul perpetuării speciei. Topografia nucleilor descriși în hipotalamus și tuber cinereum, nu corespunde întocmai funcțiilor determinate de W. R. Hess prin excitația lor cu ajutorul unui microelectrod la pisică. Mai mult decît atît, sînt în hipotalamus zone apropiate de stimulare sau inhibiția funcțiilor cum a arătat Hess. Hipotalamusul funcționează în strînsă corelație cu hipofiza, cu care are și legături anatomice, cum rezultă din cele două contribuții românești și anume prin tractul hipotalamo-hipofizar descris în 1925 de I. T. Niculescu și Răileanu și sistemul venos port-hipofizar descoperit de Fr. Rainer și demonstrat de Gr. T. Popa și U. Fielding în 1938. Descoperirea tractului hipotalamo-hipofizar ca și a unor granule secretorii decelate de-a lungul său prin metoda histochimică a lui Gomöri, ce au fost considerate multă vreme ca artefacte, au permis în 1949 lui Bargmann și Scharrer să fundamenteze neurocrinia intuită cu mulți ani înainte de R. Collin. În deosebi nucleul supraoptic și nucleul paraventricular contribuie prin neuritele pericarionilor lor la formarea tractului hipotalamo-hipofizar. Funcția neurosecretorie a sistemului hipotalamo-hipofizar apare abia după naștere și ea transportă, spre neurohipofiză, se știe azi, cei doi hormoni hipotalamici și anume: vasopresina (adiuretina) și ocitocina. Dovada acestei neurocrinii a fost dată de Bargmann, Hild și Zelter, care au obținut un extras alcoolic din nucleii hipotalamici de la cîine și om, ce conțin acești doi hormoni. Cît privește sistemul port-hipofizar, cercetări complementare (Wislocki și King) au arătat că direcția de circulație a sîngelui venos merge de la hipotalamus spre hipofiză și nu de la hipofiză spre hipotalamus, cum susținea Popa. Acest sistem a fost ulterior confirmat și la amfibii, păsări și mamifere. Lobul intermediar al hipofizei secretă un hormon melanoforotrop, care intervine în adaptarea mimetică a coloratiei animalelor la mediu, prin migrarea pigmentului melanic din piele spre adîncime, vehiculat de melanofore. Hipofiza anterioară adenohipofiza secretă o serie de hormoni endocrinotropi (ACTH și TTH), gonadotropi (FSH, LH, LT), și somatotropi (STH) a căror acțiune fiziologică și terapeutică este cunoscută din clinică:

Scanned with OKEN Scanner

1. Endocrinotropi

— hormonul adrenocorticotrop (ACTH) acționează asupra corticoizilor din suprarenală,
— hormonul tireotrop (TTH) asupra formării tiroxinei

2. Gonadotropi

— hormonul foliculostimulant (FSH) asupra ovogenezei și spermogenezei,
— hormonul luteinizant (LH) împreună cu FSH activează maturarea oului, formarea hormonului folicular și luteinic și ovulația la femeie, iar la bărbat determină formarea testosteronului în celulele interstițiale Leydig,
— hormonul luteotrof (LT) determină împreună cu LH transformarea celulelor foliculare rămase după ovulație în corp galben și activează formarea progesteronului; de asemenea acționează asupra glandei mamare, determinînd proliferarea epiteliului secretor și activează catalitic producerea laptelui (numit din această cauză și prolactin sau hormon lactogen).

3. Somatotrop

— STH este un hormon de creștere, acționînd asupra metabolismului lipidelor și protidelor; activitatea sa este dependentă și de alți hormoni ca tiroxina, corticoizii și hormonii sexuali.

Interesant de remarcat este acțiunea stimulării hipotalamusului sub influența luminii, care determină la rîndul său activarea adenohipofizei și a hormonilor menționați mai sus ai acestei glande. Deci în afară de calea retino-optică există și o cale nervoasă retino-hipotalamică ce stimulează hormonii gonadotropi adrenocorticotropi, tireotropi și somatotropi precum și metabolismul apei și electroliților în a căror reglare intervine. Astfel relativ recent, cu cîțiva ani în urmă, s-au publicat cazuri de diabet insipid apărut odată cu cataracta și care au dispărut odată cu înlăturarea acesteia.

4. *Între sistemul ecotrop segmentat (metameric) și nesegmentat și teritoriul vegetativ* orto și parasimpatic pe de altă parte și sistemul *diencefalo-hipofizar* pe de altă parte, se interpune *formația reticulată* a trunchiului cerebral, care reprezintă în trunchiul cerebral aparatul asociativ în lung al encefalomerelor (branhiomere) după cum partea sa omoloagă din măduva spinării reprezintă aparatul asociativ în lung și simetric al mielomerelor (partea neurală a metamerelor). Această formație reticulată este deosebit de importantă pentru fiziologia organismului, întrucît ea este substartul organic al tuturor reflexelor vitale somato-vegetative, așa cum a arătat fiziologul german P f u h l, pe de o parte, și pe de altă parte reprezintă sistemul activator ascendent al scoarței cerebrale relevat de M a g o u n. Nu se poate desfășura un reflex somatic sau vegetativ fără intervenția acestui sistem format dintr-o înlănțuire de neuroni reticulo-reticulari, ea intervine în toate manifestările vitale atît în timpul veghei, în activitate sau în repaus, cît și în timpul som-

Scanned with OKEN Scanner

nului, intervenind activ și în orientarea mecanismelor biofizico-chimice ale homeostazei. Mai mult decît atît, ea poate fi influențată de excitații fizice sau chimice și intoxicații, putînd intercepta temporar unele legături dintre centrii corticali și hipotalamus pe de o parte și centrii vegetativi orto- și parasimpatici din măduva spinării pe de altă parte.

5. *Ultima treaptă a inervației vegetative* este cuprinsă în scoarța cerebrală care posedă trei zone cu funcție viscerală astfel:

a) — *aria prefrontală*, situată înaintea zonei somatomotoare (circumvoluția precentrală) cu funcție viscero-afectivă;

b) — *aria orbitară* corespunzînd feței inferioare a lobului frontal, cu funcție viscero-regulatoare;

c) — *aria cingulară*, cuprinzînd circumvoluția corpului calos („gyrus fornicatus") și circumvoluția hipocampului.

Studiind organizarea sistemului nervos vegetativ, Ferdinand Hoff, a elaborat o schemă foarte valoroasă privind reglarea homeostazei, (fig. 143, 144). În schema sa, este prezentată autoreglarea vegetativă la nivelul periferiei organice și humorale, la nivelul sistemului endocrin, la nivelul sistemului nervos orto- și parasimpatic, la nivelul creierului vegetativo-endocrin (sistemul diencefalo-hipofizar) și la nivelul scoarței cerebrale. De remarcat faptul că sînt corelate în ansamblul lor o serie de constante biofizico-chimice, cu mecanismele neuroendocrine de reglare și integrare. Se vede supraetajată scoarța cerebrală, ce face legătura între mediul extern prin zonele somatice, senzitivo-senzorio-motoare, al cărui rezultat este praxia, adică activitatea practică prin care modificăm natura și mediul intern prin zonele vegetative amintite, al căror produs este cenestezia, adică starea organică normală pe care o percepem. Dialectic vorbind, nu putem cunoaște natura fără să o modificăm în folosul nostru, deci implicit trebuie să legăm activitatea practică de cunoașterea teoretică, rezultatul intuiției, după expresia lui Lenin. Cenestezia organică este sub controlul integrativ al cortexului cerebral care își manifestă influența, la excitațiile intero- și exteroceptive, asupra sistemului diencefalo-hipofizar. Acesta este legat de organe și mediul humoral prin două feluri de legături:

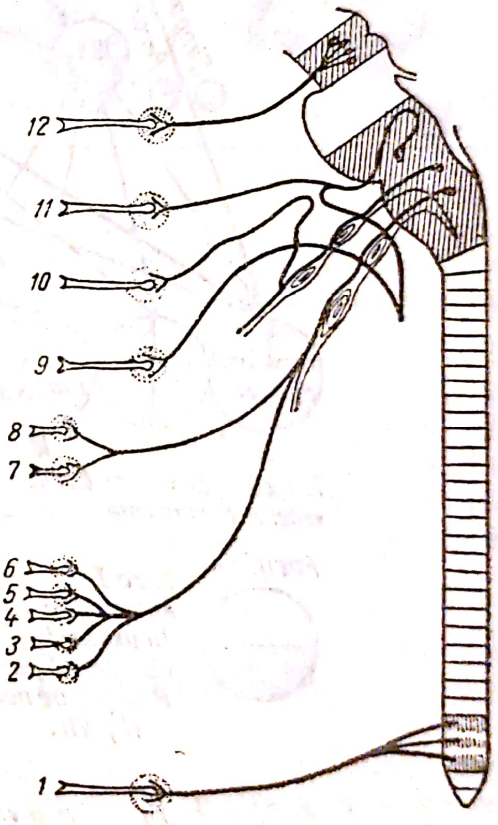
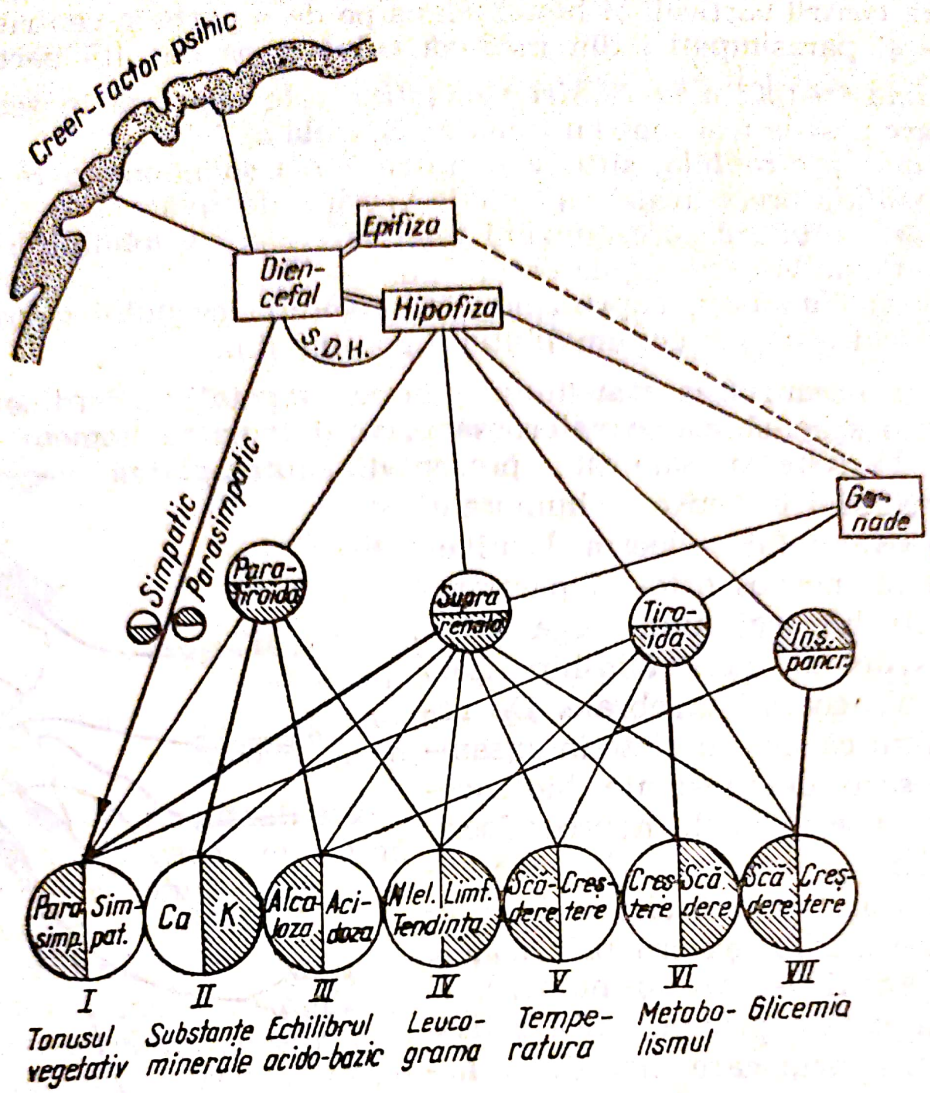


Fig. 143 Schema sistemului nervos vegetativ parasimpatic (Segmentul central și periferic)

1 — Parasimpaticul sacrat cu nervul pelvin; *2, 3, 4, 5, 6* — nervul vag și inervația viscerelor abdominale; *7* — nervul vag și plexul cardiac; *8* — nervul vag și plexul pulmonar; *9* — inervația parasimpatică a glandelor salivare submaxilare și sublinguale (din nucleul salivator superior situat în punte); *10* — inervația parasimpatică a glandei parotide (din nucleul salivator inferior situat în bulb); *11* — Inervația parasimpatică a glandei lacrimale; *12* — Inervația parasimpatică a ochiului (din nucleul Eddinger — Westphall).

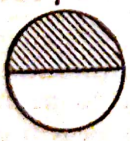
Scanned with OKEN Scanner



Poziția A

Faza I-a a virajului tonusului vegetativ.
Adrenalina I, II, III, IV, V, VI, VII.
Tiroxina I, III, IV, V, VI, VII.
Hormonul paratiroidian I, II, III, IV
Reacția de necesitate a lui Cannon I, III, IV, V, VI, VII.

Poziția B



Faza II-a a virajului tonusului vegetativ.
Insulina I, III, VII.
Addison I, (III Acidoză), IV, V, VI, VII.
Simmonds IV, V, VI, VII.
Tetanie I, II, III, IV.
Mixedem I, III, IV, V, VI, VII.

Fig. 144 Reglarea homeostaziei (după Ferdinand Hoff)

Scanned with OKEN Scanner

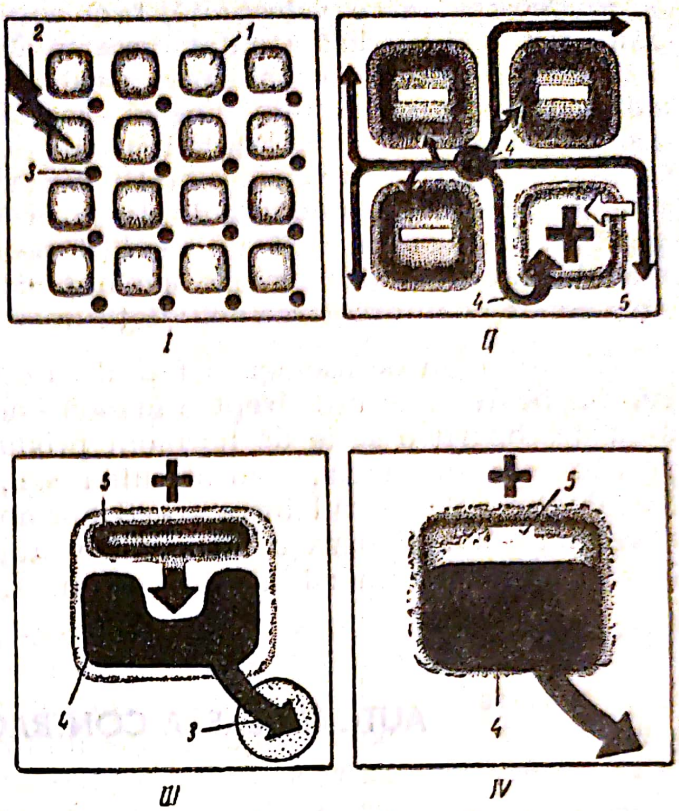


Fig. 145 Autoreglarea contracţiei cardiace (Pollak G).

I Între celulele nodulilor se văd veziculele cu catecholamine
II Catecholaminele difuzează şi permit pătrunderea calciului în celule
III Calciul elimină catecholaminele din celule şi se refac veziculele
IV Celulele se repolarizează

1. Celulele nodulului Keith-Flack 2. Influx nervos 3. Vezicule 4. Difuzarea catecholaminelor în celule 5. Calciul

— nervoase prin fascicolul descendent dorsal Schütz şi fascicolul paraventricular Bock (dovedit numai fiziologic) de centrii orto- şi parasimpatici ai sistemului spinotruncal;

— nervoase şi endocrine, prin tractul hipotalamo-hipofizar de hipofiză (creierul endocrin) care influenţează funcţionarea periferiei organo-humorale şi în ultima instanţă a celulelor şi ţesuturilor prin intermediul glandelor endocrine orto- şi parasimpaticomimetice; paratiroidele, suprarenalele şi tiroida din primul grup pancreasul insular din al doilea grup.

Jocul dintre orto- şi parasimpatic realizează tonusul vegetativ, o stare de echilibru între cele două sisteme antagoniste, pentru explorarea causa. Danielopolu şi Carniol au introdus proba atropinei şi ortostatismului.

Relativ la o serie de constante homeostatice, Hoff menţionează electroliţii, pH-ul, sîngele, termoreglarea, metabolismul şi glicemia. Prin comutarea influenţelor neuroendocrine orto- şi parasimpatice constantele amintite evoluează între două extreme astfel:

— în ortosimpaticotonie constantele amintite reprezintă aşa zisă faza A sau reacţia de necesitate (alarmă) a lui Cannon ca în efortul muscular şi faza de invazie în infecţii. Aceasta constituie sistola vegetativă caracterizată prin tonus ortosimpatic predominant, hipercalcemie, acidoză, reacţie mieloidă, hipertermie, catabolism şi hiperglicemie;

— în parasimpaticotonie (vagotonie) aceleaşi constante constituiesc faza B sau diastola vegetativă, ce caracterizează refacerea prin odihnă

și vindecarea în convalescență, fază ce survine „per crisis" adică brusc, sau „per lysis" adică treptat; această fază se manifestă prin: creșterea tonusului vagal, hiperkaliemie, alcaloză, reacție limfoidă, hipotermie, anabolism și hipoglicemie. Uneori această fază conform principiului compensației, trece mut sub limita normală.

Astfel funcționarea în condiții normale a organismului uman necesită menținerea în anumite limite a acestor constante și a altora, dînd posibilitatea desfășurării în condiții optime a reacțiilor biochimice, ce stau la baza funcțiilor vitale ale organismului. Pentru exemplificare ne vom referi la autoreglarea activității mușchiului cardiac.

6. Subliniem de asemenea faptul că cecetările recente dovedesc că encefalul poate fi socotit drept o glandă endocrină (Claude Laroche). Astfel s-au descoperit o serie de hormoni produși de celula nervoasă cerebrală precum somatostatina, neurostenina ș.a., uniți sub genericul cibernine (Lambiotte). Echilibrul între acești hormoni peptidici produși de celulele encefalului stă la baza comportamentului și reacțiilor individului uman. Mecanismul menținerii acestui echilibru este reaferentația cibernetică.

AUTOREGLAREA CONTRACȚIEI CARDIACE

Un alt exemplu tipic de autoreglare cu ajutorul căruia organismul menține în limitele fiziologice constantele sale homeostatice, este furnizat de activitatea desfășurată de mușchiul cardiac.

După cum se știe, activitatea ritmică cardiacă se exercită în funcție de raportul concentrației ionice între protoplasmă și mediul extracelular, procesele metabolice fiind cele care comandă potențialul de membrană, realizîndu-se în acest fel o repartiție inegală și selectivă a ionilor de o parte și alta a ei.

Contracția fibrei miocardice rezultat al formării actomiozinei și al unei noi orientări a lanțurilor polipeptidice unite prin aminoacizi (cu transformarea actinei G în actină F) depinde de gradientul cationic și de un aport de energie furnizat de ATP. Pentru ca actina să se unească cu miozina, este necesar un anumit raport între potasiul intracelular și extracelular, o creștere sau o diminuare marcată a raportului ducînd la oprirea cordului. Energia consumată în perioada sistolică, este refăcută în diastolă, de către centrala de energie care este ATP-ul și care prin hidroliza fosfatului terminal sub acțiunea ATP-ului, duce la ADP plus P și la aproximativ 14.000 calorii pe moleculă. Engelhardt și Liubimova au arătat că desfășurarea activității hidrolitice a ATP-azei este influențată la rîndul său de raportul dintre ionii magneziu și calciu (magneziul stimulează acțiunea ATP-azei, iar calciul o inhibă).

La rîndul lor, aceste procese sînt reglate de sistemele neuro-endocrino-vegetative. Așa cum am arătat, cercetările moderne de electrofiziologie arată că variațiile inițiale ale potențialului de membrană sînt determinate de influxul nervos, iar liberarea ionului potasiu este puternic influențată de echilibrul dintre acetilcolină pe de o parte și colinesterază — acetilcolinază pe de altă parte. În același timp diferitele stadii de

Scanned with OKEN Scanner

producere și utilizare a energiei sînt sub dependența catecolaminelor și a acetilcolinei: vagul liberează K la nivelul inimii, în timp ce simpaticomimeticele au acțiune sinergică cu cea a calciului.

Existența unei funcții capabile de autoreglare la nivelul miocardului, explică schimbarea ritmică a tonicității fibrelor sale, variațiile în conținutul lor ionic și permite astfel asocierea sau disocierea actină-miozină.

Bogăția în ioni este supusă la două tendințe succesive, care mențin ritmicitatea cordului, participînd la homeostazia organismului: una din tendințe urmează legile difuziunii ionice, tinzînd să egaleze repartiția ionilor de fiecare parte a membranei prin ieșirea K și pătrunderea Na, tradusă prin creșterea tonusului concomitent cu sistola; alta tinde să restabilească echilibrul prin pătrunderea K și ieșirea Na, ceea ce duce la disocierea actinei și a miozinei, tradusă prin diminuarea tonusului, concomitent cu diastolă.

În ultimul timp s-a dovedit (P o l l a c k G.) că în acest mecanism al autoreglării contracției cardiace un rol esențial îl au catecholaminele. Catecholaminele se găsesc stocate între celulele nodulului Keith-Flack. Influxul nervos venit la nodulul Keith—Flack, provoacă eliberarea catecholaminelor din vezicule și penetrarea lor în celulele nodulului. Acest fapt conduce printr-un mecanism chimic complex pătrunderea calciului din sînge în celulele nodulului și consecutiv depolarizarea acestor celule. La un moment dat celulele nodului sînt complet depolarizate și pline de calciu. La rîndul său calciul provoacă eliminarea cateholaminelor din celule printr-un fenomen chimic încă necunoscut, iar consecutiv celulele se repolarizează și ciclul reîncepe. (fig. 145). Aceste fenomene se transmit și spre nodulul Aschoff—Tawara și rețeaua Purkinje, asigurînd contracțiile cordului (fig. 145 bis). Menționăm că depolarizarea celulelor corespunde contracției cordului iar repolarizarea nodulului, decontracției cordului.

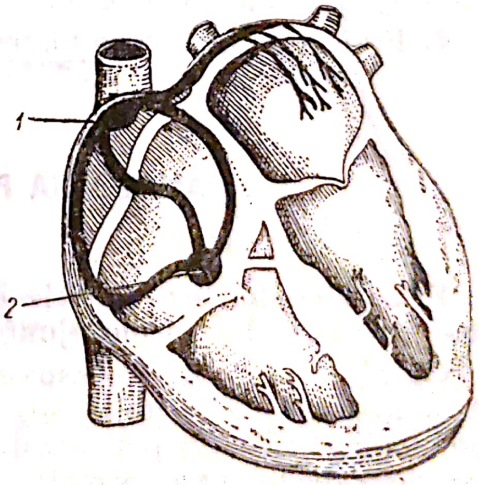


Fig. 145 bis Schema inervației autonome a cordului
1 Nodulul Keith-Flack 2. Nodulul Aschoff-Tawara

Scanned with OKEN Scanner

NOȚIUNI DE ANATOMIE PE VIU

Anatomia pe viu constituie un capitol din studiul morfologiei corpului omenesc. Introdusă la noi în țară de savantul Fr. I. Rainer (1874—1944) și dezvoltată de elevii săi, ea vine în ajutorul studenților pentru a înțelege mai bine legăturile și interdependența dintre formă și funcție, a înlocui concepția statică cu una dinamică în însușirea datelor anatomice.

Anatomia pe viu este folosită și în studiul de ansamblu al formelor corpului ca în anatomia plastică și în studiul pozițiilor, ca în anatomia posturală, precum și în studiul mișcărilor, ca în biomecanică. Anatomia pe viu folosește de asemenea pentru urmărirea schimbărilor morfologice ale corpului, condiționate de creștere și de cele impuse de uzura vieții.

Pentru studiul anatomiei pe viu vom folosi împărțirea clasică și descrierea principalelor particularități morfologice, astfel:

1. Scheletul și articulațiile.
2. Sistemul muscular (mușchi și tendoane).
3. Vase și nervi periferici.
4. Proiecția cutanată a viscerelor (dioptrografie).

ANATOMIA PE VIU A SCHELETULUI

Prin duritatea lor, oasele asigură forma corpului în stațiune și mișcare; în multe locuri ele ajung sub piele, fiind vizibile și palpabile.

Cu ajutorul reperelor osoase, prin metoda, antropometrică, se măsoară și grosimea diferitelor segmente componente ale corpului, stabilind somatodiagrama. Se pot stabili anumite norme și indici pe baza cărora apreciem dezvoltarea normală a organismului la diferite vîrste.

Antropometria folosește tehnica măsurării diferitelor axe, diametre, circumferințe ale corpului, precum și unele unghiuri caracteristice. Ea este o metodă larg răspîndită la școlari și sportivi de diferite vîrste, pentru urmărirea creșterii și dezvoltării normale.

Instrumentarul folosit pentru aceste măsurători este complex.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru efectuarea măsurătorilor pe viu se folosesc o serie de puncte antropometrice, palpabile sau vizibile.

Măsurătorile pe viu se fac în poziția verticală (ortostatică) și nu culcat (decubitus) întrucît rezultatele sînt diferite datorită modificării curburilor coloanei vertebrale și a înclinării bazinului. Poziția verticală trebuie să fie relaxată, membrele superioare să atîrne, iar antebrațele în semipronație, cu policele înainte, călcîiele lipite și labele picioarelor în unghi de 45° deschis ventral. Este necesar ca măsurătorilor să se facă pe corpul gol și înainte de masă, iar repetările la aceeași oră și în aceleași condiții.

CRANIUL

Craniul osos are forme foarte variate, care însă se pot încadra în trei grupe mari (fig. 146): sferoid (brahicefal), alungit (dolicocefal) și formă intermediară (mezocefal). Forma craniului osos variază cu vîrsta și sexul.

La craniu, reperele osoase sînt vizibile și palpabile, întrucît părțile moi sînt subțiri.

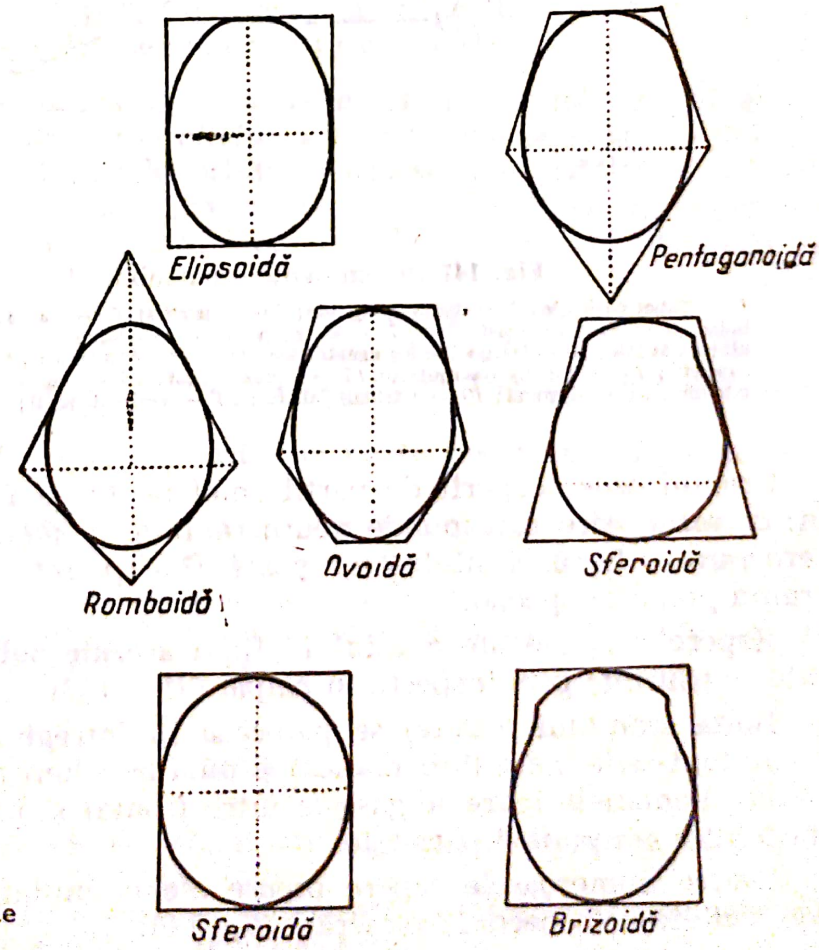


Fig. 146 Diferite forme de craniu (după Sergi)

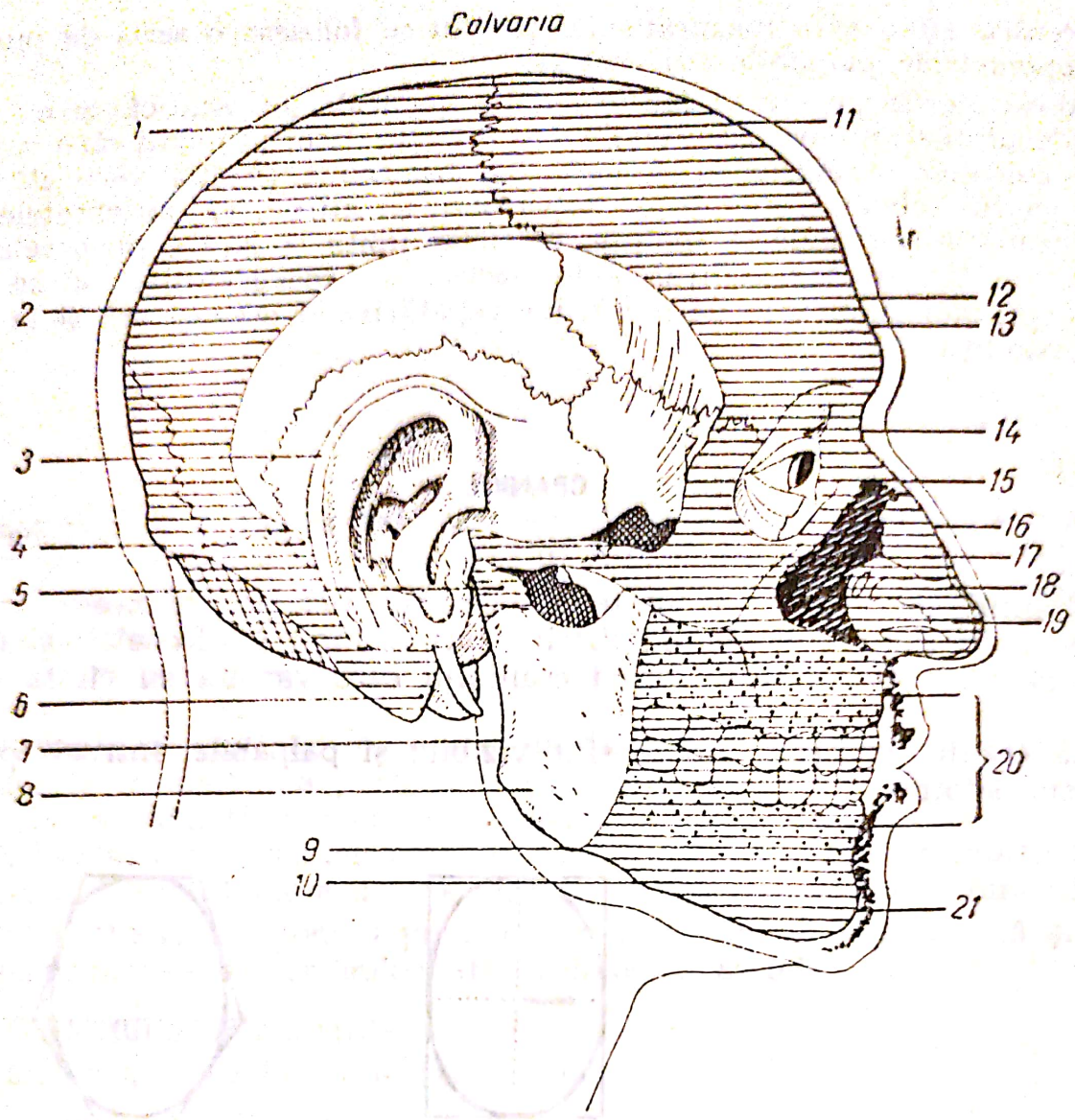


Fig. 147 Proeminențele palpabile din craniu

1 — Tuber parietale; *2* — Tuber occipitale; *3* — Auricula; *4* — Inion; *5* — Condylus mandibulae; *6* — Procesus mastoideus; *7* — Margo posterior mandibulae; *8* — Gonion; *9* — Sulcus arterial faciale; *10* — Margo inferior mandibulae; *11* — Tuber frontale; *12* — Glabela; *13* — Arcus supercili; *14* — Sulcus nasofratale; *15* — Pyramis nasi; *16* — Aditus orbitae; *17* — Cartilago lateralis; *18* — Zygoma; *19* — Cartilago alaris; *20* — Vestibul bucal; *21* — Eminența mentalis.

Craniul osos acoperit de părțile moi pentru a fi explorat se împarte în: *calvaria*, care corespunde neurocraniului și *fața*, care înglobează viscerocraniul. Baza craniului nu poate fi explorată decît la cadavru, pe craniu preparat special.

Reperele osoase ale craniului fiind așezate sub piele, pot fi explorate cu ușurință prin inspecție și palpare (fig. 147).

Bolta craniului (calota) se palpează în întregime: la copilul pînă la 2 ani, fontanela mare (bregmatică) și pînă la 6 luni fontanela mică (lambdoidă). Fontanela mare se găsește între frontal și parietale, iar fontanela mică între occipital și parietale.

Dintre numeroasele repere osoase ale craniului, care pot fi palpate sau vizibile la inspecție, enumerăm (fig. 148):

Scanned with OKEN Scanner

— *bazele frontale*, care formează relieful frunții;
— *arcadele sprincenoase*, care circumscriu orbita;
— *glabele*, o proeminență situată între arcadele sprincenoase, care este un important punct craniometric;
— *bosele parietale*, corespunzătoare oaselor omonime.
În centrul suturii interparietale se află *vertexul*, punct craniometric, care reprezintă punctul cel mai înalt al corpului omenesc;

— *bosele occipitale*, în număr de patru, din care 2 superioare numite cerebrale și 2 inferioare, cerebeloase; ele corespund lobilor occipitali ai creierului și lobilor cerebelului. Ele sînt despărțite de liniile curbe occipitale, avînd în partea posterioară o proeminență numită protuberanța occipitală externă (inion), care este un însemnat punct craniometric;

— *fosele temporale* sînt situate în părțile laterale ale calvariei, fiind delimitate de linia curbă temporală superioară.

Din baza craniului se pot palpa următoarele:

— *apofiza mastoidă*, proeminență puternică situată înapoia pavilionului urechii și loc de origină al mușchilor sternocleido-mastoidian și digastric;

— *conductul auditiv extern*, partea incipientă a sa, iar restul se poate explora prin otoscopie.
Din viscero-craniu se pot recunoaște la inspecție sau se pot palpa numeroase detalii, dintre care enumerăm următoarele:

— *piramida nasală* osoasă, de care se inseră nasul mobil cartilaginos;
— *marginea anterioară a orbitelor* are o formă patrulateră delimitînd un orificiu larg. Marginile orbitelor osoase sînt subțiri și tăioase, mai ales marginea superioară. Lovirea țesuturilor moi ale pleoapei superioare în box, produce hemoragii cu închiderea pleoapei (deschiderea arcadei);
— *proeminența osului zigomatic* formează umărul obrazului;
— *arcada zigomatică*, situată pe fața laterală a viscerocraniului, în porțiunea sa mijlocie. Ea este formată din două apofize care se unesc, ale oaselor temporal și zigomatic.
O parte din restul masivului facial se poate inspecta sau palpa prin cavitatea bucală;
— *mandibula* este partea mobilă a viscerocraniului. Se poate palpa aproape în întregime. Mai importante sînt punctele craniometrice:
— *gnation* sau unghiul anterior al mandibulei — și
— *gonion* sau unghiul posterior, delimitat de unirea corpului cu ramura ascendentă a mandibulei (fig. 148).

GÎTUL

Este porțiunea care unește capul cu trunchiul; împreună cu capul formează extremitatea cefalică (fig. 150).
La inspecție prezintă o regiune anterioară (ventrală) și una dorsală (posterioară sau nucală, numită și regiunea cefei).

Scanned with OKEN Scanner

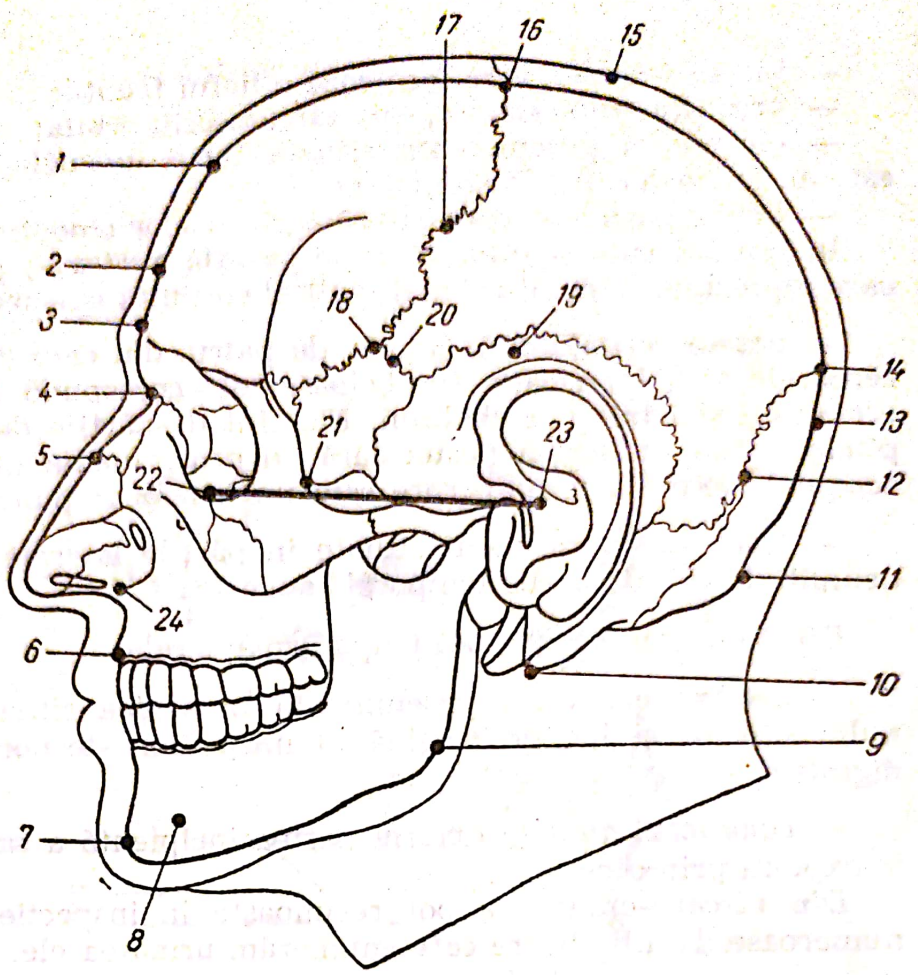


Fig. 148 Punctele craniometrice și orizontala clasică orbito-auriculară. (Frankfurth)

1 — Metopion; *2* — Supraglabelar; *3* — Glabela; *4* — Nasion; *5* — Rinion; *6* — Prastion; *7* — Gnation; *8* — Mental; *9* — Gonion; *10* — Mastoidian; *11* — Inion; *12* — Astorion; *13* — Opistocranion; *14* — Lambeda; *15* — Vertex; *16* — Bregma; *17* — Coronion; *18* — Sfenion; *19* — Eurion; *20* — Pterion; *21* — Zigion; *22* — Orbitar; *23* — Porion.

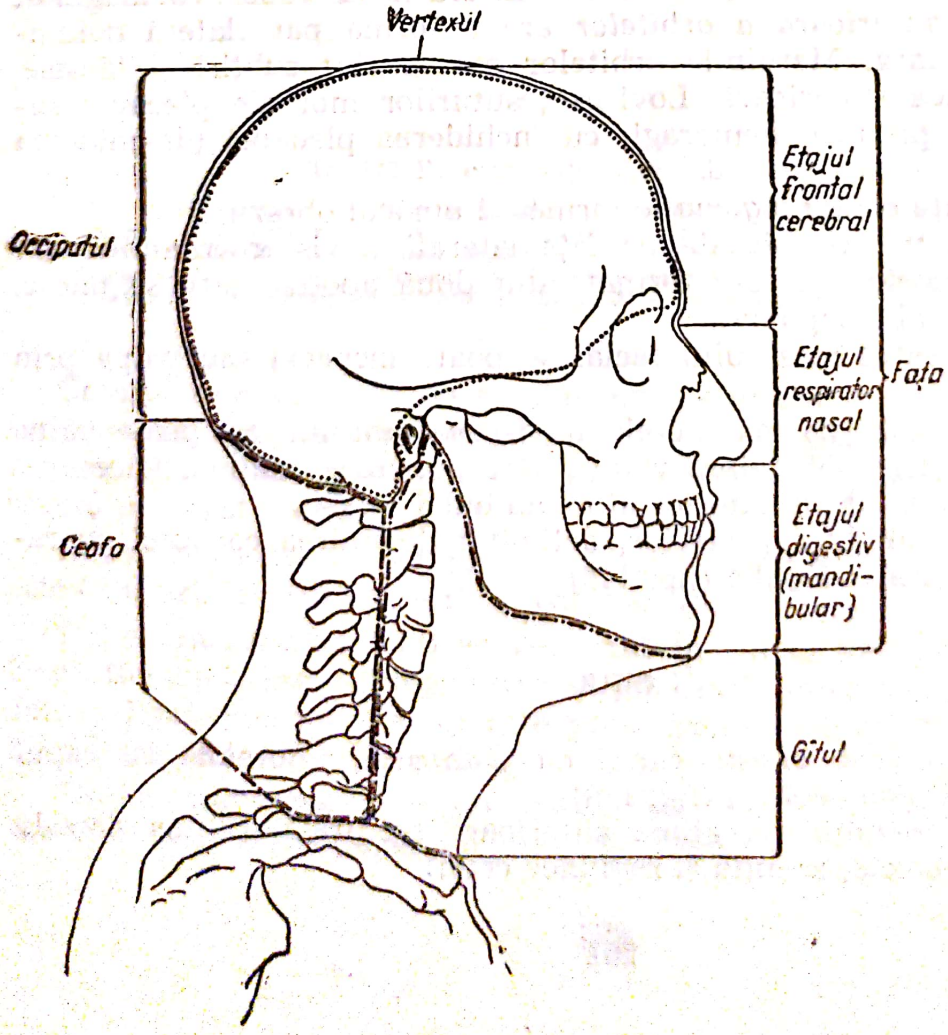


Fig. 149. Schema împărțirii topografice a capului și gîtului, atît ventral cît și dorsal

Fig. 150. Mușchii gîtului

1 — Venter occipitalis (m. occipitofrontalis); *2* — M. stylohyoideus; *3* — M. digastricus (venter posterior); *4* — M. hyoglossus; *5* — M. splenius capitis; *6* — M. levator scapulae; *7* — M. scalenus anterior; *8* — M. scalenus medius; *9*. M. scalenus posterior; *10* — M. omohyoideus (venter inferior); *11* — M. trapezius; *12* — M. deltoideus; *13* — Glandula parotis; *14* — Masseter; *15* — Tendo m. digastrici; *16* — M. mylohyoideus; *17* — M. digastricus (venter anterior); *18* — Os hyoideum; *19* — M. thyrohyoideus; *20* — M. constrictor pharyngis interior; *21* — M. omohyoideus (venter superior); *22* — M. sternohyoideus; *23* — M. sternocleidomastoideus; *24* — M. pectoralis major.

Regiunea posterioară (nucală) prezintă la inspecție și palpare următoarele repere mai importante:

— *protuberanța occipitală externă*, la limita dintre cap și gît;

— *apofizele spinoase* ale vertebrelor cervicale, dintre care cea mai evidentă este a 7-a cervicală, numită și proeminenta.

Regiunea ventrală a gîtului prezintă de jos în sus:

— *coasta I-a*, palpabilă în parte deasupra claviculei;

— *corpurile vertebrelor cervicale* 1, 2 și 3, palpabile prin gură și faringe;

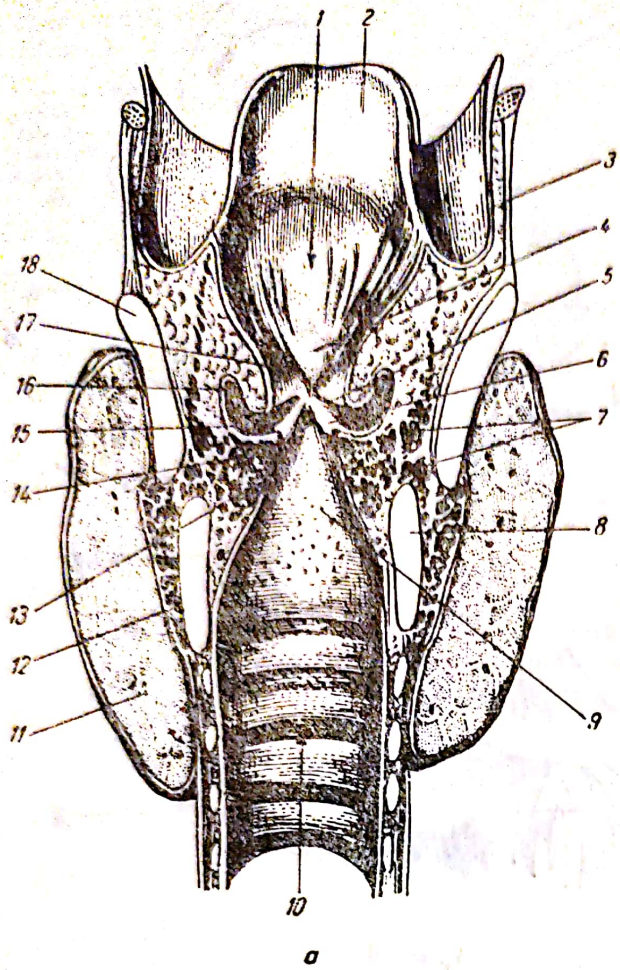
— *tuberculul carotic* (Chassaignac), ce reprezintă tuberculul anterior al vertebrei a 6-a cervicale, se palpează la marginea inferioară a cartilagiului cricoid. Pe el se poate comprima artera carotidă primitivă;

— *osul hioid*, ca o mică potcoavă, se palpează sub arcul mandibulei; este mobil, întrucît nu se articulează cu nici un os, fiind numai ancorat prin mușchi și ligamente;

— *laringele*, cu cartilagiile tiroid și cricoid, se palpează cu ușurință imediat sub piele; el ocupă spațiul dintre osul hioid și incizura suprasternală (fig. 151, 152).

Cartilajele traheei cervicale se palpează în regiunea mediană a gîtului, imediat sub cartilagiul cricoid. La acest nivel, în cazuri de urgență se practică *traheostomia*, adică secțiunea cartilajelor și introducerea unei canule pentru a restabili respirația.

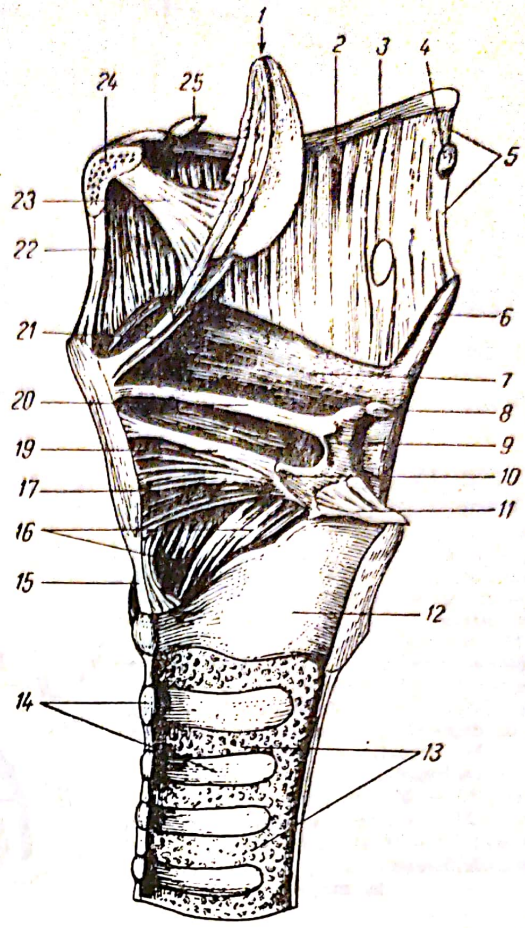
Scanned with OKEN Scanner



a

Fig. 151. Structura laringelui (vedere posterioară)

1 — Vestibulum laryngis; *2* — Epiglottis; *3* — Membrana thyrohyoidea; *4* — Tuberculum epiglotticum; *5* — Plica vestibularis; *6* — Plica vocalis; *7* — M. thyroarytenoideus; *8* — Cartilago cricoidea; *9*. Cavum intraglotticum (regio infraglottica); *10* — Trachea; *11* — Glandula thyroidea (lobus sinister); *12* — M. cricothyroideus; *13* — Rima glottidis; *14* — M. vocalis; *15* — Ventriculus laryngis; *16* — Sacculus laryngis; *17* — Rima vestibuli; *18* — Cartilago thyroidea.



b

Fig. 152. Structura laringelui (vedere laterală)

1 — Epiglottis; *2* — Membrana thyrohyoidea; *3* — Cornu majus ossis hyoidei; *4* — Cartilago triticea; *5* — Lig. thyrohyoideum; *6* — Cornu superius cartilaginis thyroideae; *7* — Cartilago thyroidea; *8* — Cartilago corniculata; *9* — Cartilago arytenoidea; *10* — Processus vocalis; *11* — Lig. cricoarytenoideum posterius; *12* — Cartilago cricoidea; *13* — Glandulae tracheales; *14* — Cartilagines tracheales; *15* — Lig. cricothyroideum; *16* — M. cricothyroideus; *17* — M. thyroarytenoideus; *18* — Lig. vocale; *19* — Lig. vestibulare; *20* — Lig. thyroepiglotticum; *21* — Lig. thyrohyoideum medianum; *22* — Lig. hyoepiglotticum; *23* — Os hyoideum (corpus); *24* — Cornu minus ossis hyoidei

TRUNCHIUL

Din punct de vedere anatomic, trunchiul este format din torace, abdomen și pelvis (bazin).

Pentru inspecție și palpare el prezintă o față ventrală și o față dorsală.

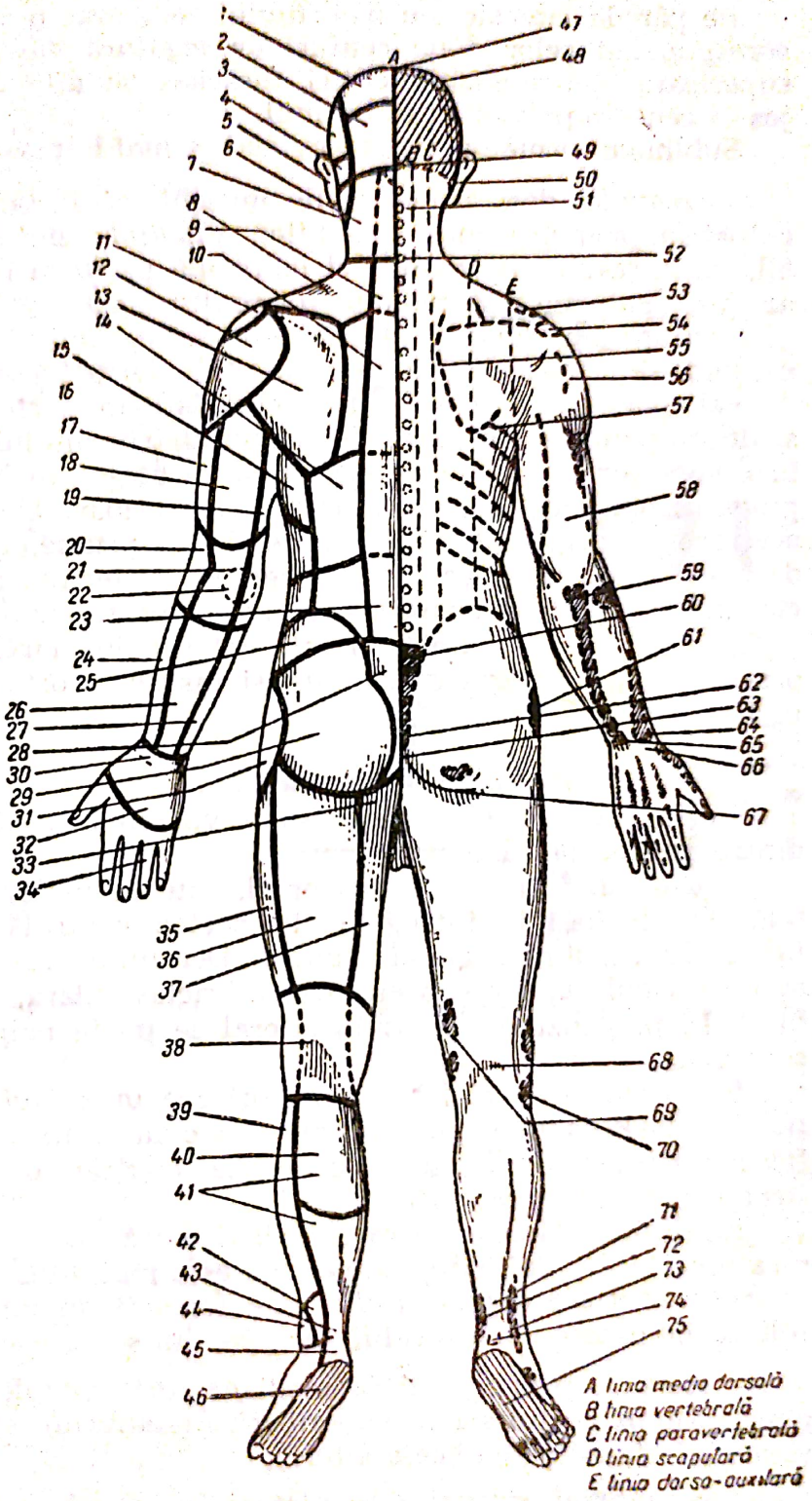
Peretele dorsal al trunchiului (fig. 153)

Prezintă în partea mijlocie un șanț mai pronunțat în regiunea lombară; în flexia trunchiului șanțul dispare și este înlocuit de un șir de proeminențe care corespund apofizelor spinoase ale vertebrelor. Cea mai evidentă este apofiza spinoasă a vertebrei a 7-a cervicală (proeminența),

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 153. Împărţirea regională dorsală a corpului:
— stînga: reperele osoase
— dreapta: liniile verticale de orientare ale spinării

1 — R. parietalis; *2* — R. occipitalis; *3* — R. temporalis; *4* — R. mastoidea; *5* — R. auricularis; *6* — R. nuchalis; *7* — R. sternocleidomast; *8* — R. suprascapularis; *9* — R. interscapularis; *10* — R. mediana dorsalis; *11* - R. acromialis; *12* — R. deltoidea; *13* — R. scapularis; *14* -- R. infrascapularis; *15* — R. thoracis lateralis; *16* — R. brahialis; *17* — R. brahii radialis; *18* — R. brahii dorsalis *19* — R. brahii ulnaris; *20* — R. cubiti radialis; *21* — R. cubiti dorsalis; *22* — R. olecrani; *23* — R. lumbalis; *24* — R. antebrahii medialis; *25* — R. coxalis; *26* — R. antebrahii dorsalis; *27* — R. antebrahii ulnaris; *28* — R. Sacralis; *29* — R. glutaea; *30* — R. artic manus; *31* — R. trochanterice; *32* — Dorsum magnus; *33* — R. perinealis; *34* — R. dors. digitorum; *35* — R. femoris fibularis; *36* — R. femoris dorsalis; *37* — R. femoris tibialis; *38* — R. genus posterior; *39* — R. cruralis fibularis; *40* — R. suralis; *41* — R. cruris posterior; *42* — R. retromaleolaris fibularis; *43* — R. retromaleolaris tibialis; *44* — R. maleolaris fibularis; *45* — R. calcanearis; *46* — R. plantaris; *47* — Vertex; *48* — Tuber parietalis; *49* — Protuberantice occip. ext. — *50* — Mastoida; *51* — Fovea nuchalis; *52* — Vertebra proeminens (7. c.); *53* — Spina scapulară; *54* — Acromion; *55* — Margina vertebrală a scapulei; *56* — Proeminenţa deltoidului; *57* — Unghiul caudal al scapulei; *58* — Proeminenţa tricepsului; *59* — Olecran; *60* — Foseta lombară caudală; *61* — Trochanter mare; *62* — Foseta coccigiană; *63* — Şanţul interfesier; *64* — Apofiza stiloidă radială; *65* — Apofiza stiloidă ulnară: *67* — Şanţul fesier: *68* — Fosa poplitee; *69* — Epicondil femoris tibialis; *70* — Capul fibulei; *71* — Tendon Achille; *72* — Maleola tibială; *73* — Maleola fibulară; *74* — Călcîiul; *75* — Planta.



reper care servește la numărarea vertebrelor. În extensie, proeminența celor două coloane ale mușchilor șanțurilor vertebrale face să dispară apofizele spinoase mai puțin ale vertebrei a 7-a cervicale.

Pe părțile laterale ale trunchiului se găsesc o serie de repere osoase, corespunzînd celor două centuri de legătură ale membrelor. În partea superioară, corespunzînd cutiei toracice, se află centura scapulară, iar jos — centura pelviană sau bazinul.

Subliniem următoarele repere osoase mai importante:

— *scapula*, deși acoperită de mușchi, prezintă: marginea vertebrală, palpabilă prin grosimea mușchilor, *unghiul caudal* de asemenea palpabil, *spina scapulară*, vizibilă și palpabilă pe toată întinderea ei; *acromionul*, ușor palpabil prin piele pe tot conturul său.

Porțiunea posterioară a *bazinului* corespunde regiunii sacro-coccigiene, unde se poate palpa în întregime fața dorsală a sacrului.

Porțiunea posterioară a *toracelui* este în parte acoperită de scapulă și de mușchii care o leagă de scheletul trunchiului, precum și de membrul superior. Cu toate acestea, mai cu seamă în bascula laterală a scapulei, se pot vedea și palpa arcurile posterioare ale *coastelor* și mișcările acestora în inspirație și expirație. În inspirație, coastele se ridică, se deplasează lateral și ventral, antrenînd și sternul, mărind cavitatea toracică în diametrele ei transverse și antero-posterior.

La adult coastele sînt înclinate oblic în jos, iar la nou născut aproape orizontale; pe măsură ce copilul își însușește ortostatismul, coastele se înclină.

Peretele ventro-lateral al trunchiului

Prezintă numeroase repere osoase vizibile sau palpabile (fig. 154, 155); dintre acestea, subliniem:

— *clavicula*, așezată transversal, este la majoritatea oamenilor vizibilă și palpabilă în întregime, în partea ventrală superioară a toracelui, la limita dintre gît și trunchi. Deasupra claviculei se observă fosa supraclaviculară, iar sub ea, fosa infraclaviculară, sau spațiul delto-pectoral. În profunzimea acestuia lateral se poate palpa *apofiza caracoidă* a scapulei.

Prin mișcări de ridicare și coborîre a umărului se poate evidenția și palpa interlinia articulară sterno-claviculară. În fracturile de claviculă, fragmentele se deplasează din cauza tracțiunilor puternice musculare (trapez și marele pectoral).

Interlinia articulară acromio-claviculară se poate palpa prin grosimea mușchiului daltoid și trapez; ea este mai greu de evidențiat.

Fața ventrală a trunchiului este formată în partea sa superioară de reliefurile osoase ale toracelui, formate din stern și coaste:

— *sternul*, situat pe linia mediană, este vizibil și palpabil în întregime, atît în porțiunea sa superioară (manubriu), cît și mijlocie (corpul) și cea inferioară (apendicele xifoid);

— *manubriul sternal* este plat și în formă poligonală, prezintă superior o incisură jugulară (furculița sternală), iar lateral incisurile claviculare și coastele (pentru coasta I-a și parțial cea a II-a). Se articulează cu corpul sternal formînd un unghi (Louis) ușor deschis înapoi;

Scanned with OKEN Scanner

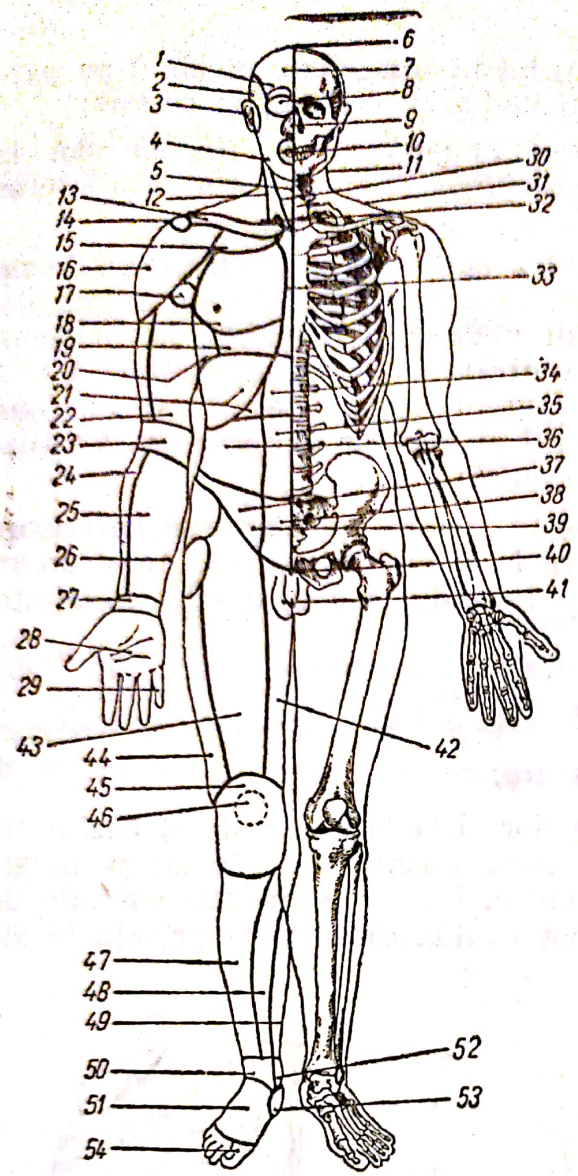


Fig. 154. Împărţirea pe regiuni a feţei ventrale a corpului; substratul scheletic al regiunilor ventrale

1 — r. superciliaris; *2* — r. temproalis; *3* — r. auricularis; *4* — r. maseterina; *5* — r. carotica; *6* — r. perietalis; *7* — r. frontalis; *8* — r. orbitalis; *9* — r. nasalis; *10* — r. oralis (olabialis); *11* — r. bucales; *12* — r. supra- clavicularis; *13* — r. clavicularis; *14* — r. acromialis; *15* — r. subclavicularis; *16* — r. neltoidea; *17* — r. asilaris; *18* — r. pectoralis; *19* — r. fidromamară; *20* — r. thoracica lateralis; *21* — r. hypochoudrica; *22* — r. brahii valaris; *23* — r. cubiti valaris; *24* — r. antebrahii radialis; *25* — r. antebrahii valaris; *26* — r. antebrahii ulnaris; *27* — r. articularis manu; *28* — r. palmaris valaris; *29* — r. palmares digitorum; *30* — r. sternocleidomastoidee; *31* — r. nuchae; *32* — r. supraclavicularis; *33* — r. sternalis; *34* — r. epigastrica; *35* — r. umbilicalis; *36* — r. lateralis abdominis (flancul); *37* — r. inguinalis; *38* — r. hypogastrica; *39* — r. subinguinalis; *40* — r. pubice; *41* — r. scrotală; *42* — r. femoris tibialis; *43* — r. femoris ventralis; *44* — r. femoris fibularis; *45* — r. genus anterior; *46* — r. patallaris; *47* — r. cruris anterior; *48* — r. cruris tibialis; *49* — r. cruris posterior; *50* — r. maleolaris anterior; *51* — r. dorsalis pedis; *52* — r. maleolaris tibialis; *53* — r. calcanearis; *54* — r. dorsales digitorum;

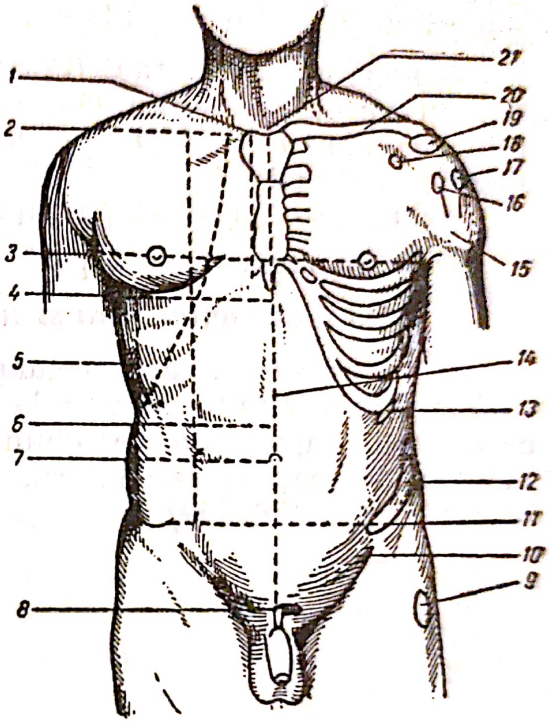


Fig. 155. Reperele osoase ventrale ale trunchiului şi liniile de orientare

1 — Linea parasternalis; *2* — Linea clavicularis; *3* — Linea mamelonaris; *4* — Linea xyphoidea; *5* — Linea axilaris ventralis; *6* — Liuiea subcostalis; *7* — Linia umbilicalis; *8* — Symphisis pubica; *9* — Trochanter major; *10* — Plica inguinalis; *11* — Linea bispinalis; *12* — Crista iliaca; *13* — Costa XI; *14* — Linea medio-ventralis (sternalis); *15* — Sulcus bicipitalis; *16* — Trochin; *17* — Trochiter; *18* — Coracoida; *19* — Acromion; *20* — Clavicula; *21* — Foseta jugulara;

Scanned with OKEN Scanner

— *corpul sternului,* vizibil și palpabil în întregime, prezintă pe părțile laterale niște incisuri pentru articulația cu cartilagiile costale;

— *apendicele xifoid* se poate palpa în grosimea țesuturilor moi, la limita inferioară a sternului; este cartilaginos la copii și tineri și scleros la bătrîni;

— *coastele* circumscriu și delimitează cutia toracică. Sînt oase de tip lat, arcuite, prezentînd două curburi, — una dorsală și una ventrală. În număr de 12 perechi, coastele sînt vizibile și palpabile la oamenii slabi, mai ales în partea laterală și ventrală a toracelui; coastele 1 și 2 sînt greu palpate fiind acoperite de mușchi, iar coastele 11 și 12, fiind flotante, se palpează pe peretele lateral și inferior al toracelui. Cartilajele coastelor se pot palpa la unirea lor cu sternul.

— *unghiul infrasternal* (Charpy) este format de marginile anterioare și inferioare ale toracelui, care converg la apendicele xifoid. Acest unghi este mai mare la copil și la persoanele breviline și mai deschis la adulții longilini-astenici.

Bazinul osos prezintă pe fața ventrală următoarele repere (fig. 155):

— *spina pubiană,* de o parte și de alta a liniei mediane ventrale;

— *spina iliacă anterioară și superioară;*

— *creasta iliacă,* care prelungește dorsal și lateral relieful bazinului.

Reperele bazinului servesc la aprecierea formei normale sau patologice și au o importanță deosebită în obstetrică. Prin metode speciale de pelvimetrie externă sau internă se pot evalua diametrele principale ale bazinului (fig. 156, 157).

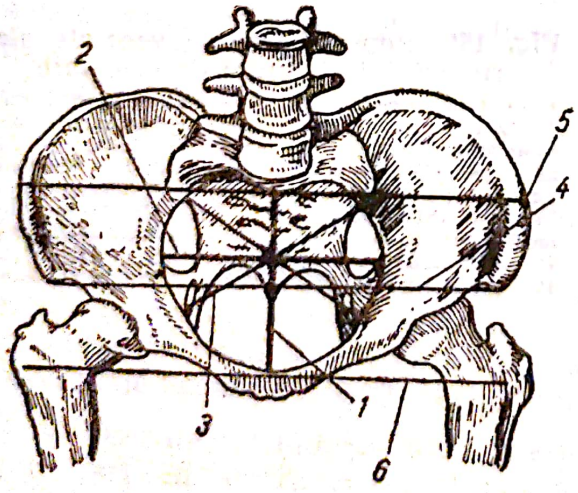


Fig. 156. Diametrele bazinului

1 — Diametrul promontopubian; *2* — Diametrul transvers al strîmtorii superioare; *3* — Diametrul oblic; *4* — Diametrul bispinal; *5* — Diametrul bicristal; *6* — Diametrul bitrocanterian.

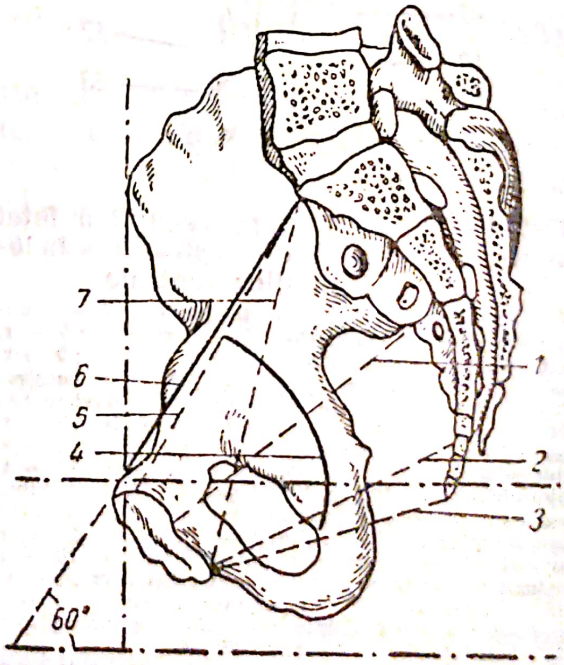


Fig. 157. Diametrele bazinului.

1 — Diametrul sacropubian mijlociu; *2* — Diametrul sacropubian inferior; *3* — Diametrul pubo-coccigian; *4* — Unghiul de înclinare al bazinului (60o); *5* — Diametrul promonto-pubian (conjugata vero); *6* — Diametrul promontosuprapubian (conjugata anatomica); *7* — Diametrul promonto-subpubian (conjugata diagonalis).

Scanned with OKEN Scanner

La inspecție și palpare se vor descrie detaliile pe regiunile sale anatomice: centura scapulară, brațul, antebrațul și mîna propriu-zisă.

Centura scapulară cu detaliile sale de anatomie pe viu au fost descrise la trunchi.

Brațul are ca schelet *osul humerus*, care prezintă:

— *capul humeral*, care este palpabil prin axilă precum și prin grosimea mușchilor ventrali ai toracelui, imprimînd humerusului diverse mișcări. Capul humeral se palpează cu ușurință în cazuri de luxații.

Tuberozitatea mare (trohin) situată antero-extern și tuberozitatea mică (trohiter) se pot palpa prin grosimea mușchiului deltoid (fig. 160, 161).

— *diafiza humerală* este complet acoperită de mușchi și se palpează cu greutate;

— *epicondilii humerali* (extern și intern) sînt vizibili și palpabili în regiunea cotului; cel intern (epitrohleia) este mai proeminent, iar cel extern (epicondilul) este mai rotunjit și mai puțin evident.

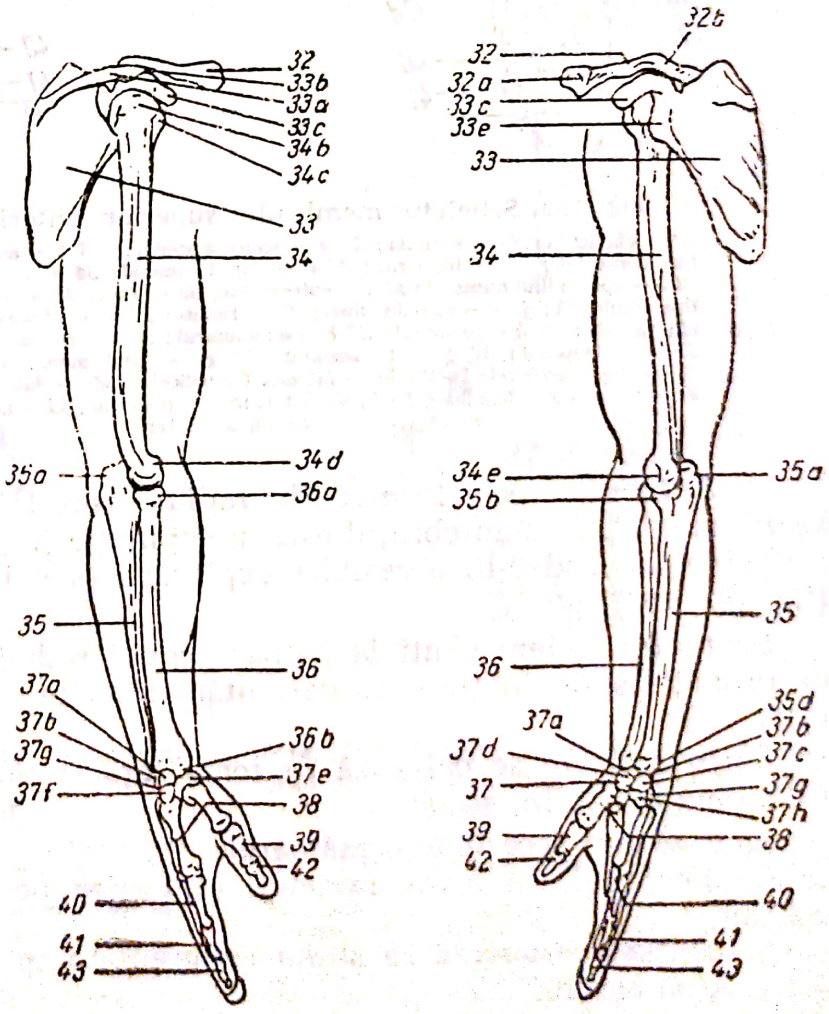


Fig. 158. Scheletul membrului superior (profil) (după K. Tittel)

32 — clavicula; *32 a* — epifiza sternală a claviculei; *32 b* — epifiza acromială a claviculei; *33* — scapula; *33 a* — apofiza spinoasă; *33 b* — acromionul; *33 c* — apofiza caracoidă; *33 e* — cavitatea glenoidă a scapulei; *34* — Humerus; *34 b* — trohiter; *34 c* — trohin; *34 d* — epicondilul humeral; *34 e* — epitrohleea; *35* — ulna; *35 a* — olecranul; *35 b* — apofiza coronoidă; *35 d* — stiloida ulnară; *36* — radius; *36 a* — căpceanul radial; *36 b* — stiloida radială; *37* — oasele carpiene; *37 a* — Scafoid; *37 b* — Semilunar; *37 c* — piramidal; *37 d* — pisiform; *37 e* — trapez; *37 f* — trapezoid; *37 g* — osul mare; *37 h* — osul cu cîrlig; *38* — metacarpienele I—V; *39* — falanga I a policelui; *40* — falanga I a degetelor *2—5*; *41* — falanga II a degetelor *2—5*; *42* — falanga II a policelui; *43* — falanga III a degetelor *2—5*.

Scanned with OKEN Scanner

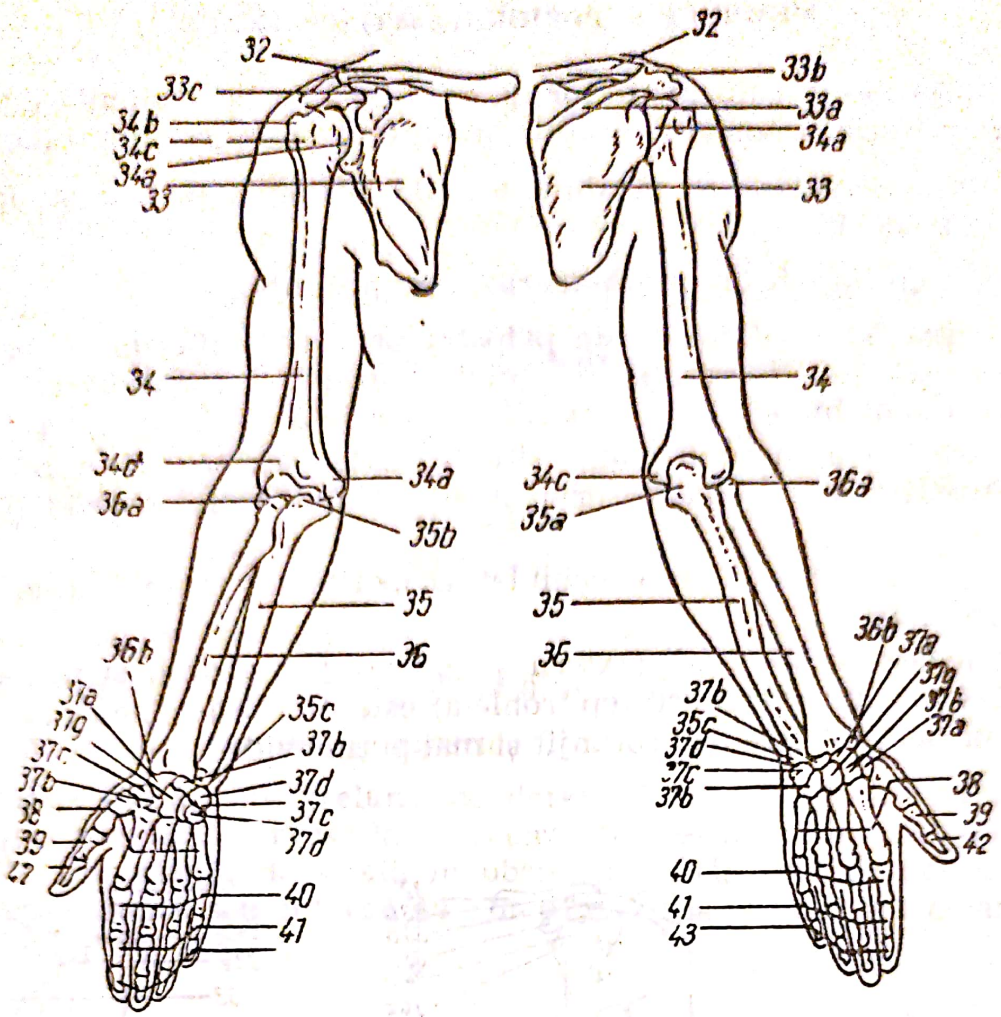


Fig. 159. Scheletul membrului superior (anterior și posterior)

32 — clavicula; *33* — scapula; *33 a* — spina scapulei; *33 b* — acromionul; *33 c* — apofiza coracoidă; *34* — humerus; *34 a* — capul humeral; *34 b* — trohiter; *34 c* — trohin; *34 d* — epicondilul humeral; *34 e* — epitrochlea; *35* — ulna; *35 a* — olecranul; *35 b* — apofiza coronoidă; *35 c* — stiloida ulnei; *36* — radius; *35 a* — căpceanul radial; *36 b* — stiloida radială; *37 a* — scafoidul; *37 b* — semilunarul; *37 c* — piramidalul; *37 d* — pisiformul; *37 e* — trapezul; *37 f* — trapezoidul; *37 g* — osul mare; *37 h* — osul cu cîrlig; *38* — metacarpienele I—V; *39* — falanga I a policelui *40* — falanga I a degetelor *2—5*; *41* — falanga *2* a degetelor *2—5*; *42* — falanga *2* a policelui; *43* — falanga *3* a degetelor *2—5*.
(după K. Titel)

— *Antebraţul* este format din *radius*, aşezat lateral şi *cubitus* (ulna) aşezat medial, cînd antebraţul este în supinaţie (fig. 159).

Principalele detalii accesibile explorării prin inspecţie şi palpare sînt (fig. 162, 163):

La radius putem simţi la palpare *capul radial*, mai ales în mişcările de pronaţie şi supinaţie şi să delimităm interlinia articulară radio-humerală.

Epifiza distală se palpează pe toată faţa sa dorsală şi marginea laterală, pînă la apofiza stiloidă.

La *ulnă* sînt accesibile următoarele:

— *olecranul*, ca o proeminenţă puternică pe partea posterioară a cotului;

— *apofiza coronoidă* se simte cu greutate în regiunea anterioară a articulaţiei cotului;

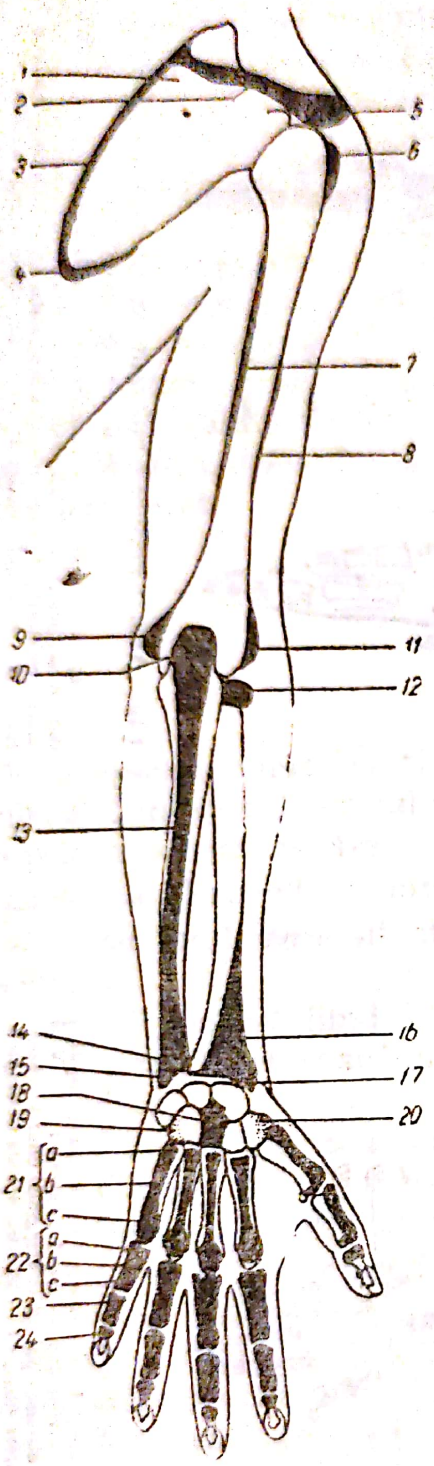


Fig. 160. Reperele osoase și articulare ale membrului toracic — (vedere posterioară sau dorsală)

1 — Scapula; *2* — Spina scapulei; *3* — Marginea vertebrală a scapulei; *4* — Unghiul caudal al scapulei; *5* — Acromionul; *6* — Trochiter; *7* — Margine medială; *8* — Margine laterală; *9* — Epicondilul medial; *10* — Olecranul; *11* — Epicondilul lateral; *12* — Căpceanul radial; *13* — Creasta posterioară a ulnei; *14* — Căpceanul ulnei; *15* — Apofiza stiloidă a ulnei; *16* — Epifiza distală a radiusului; *17* — Apofiza stiloidă a radiusului (Stylion); *18* — Osul mare; *19* — Osul cu cîrlig; *20* — Osul trapez; *21* — Metacarpian: *a)* — baza; *b)* — corpul; *c)* — capul; *22* — Falanga I: *a)* — baza; *b)* — corpul; *c)* — capul; *23* — Falanga II-a; *24* — Falanga III.

[cu negru se indică zonele palpabile]

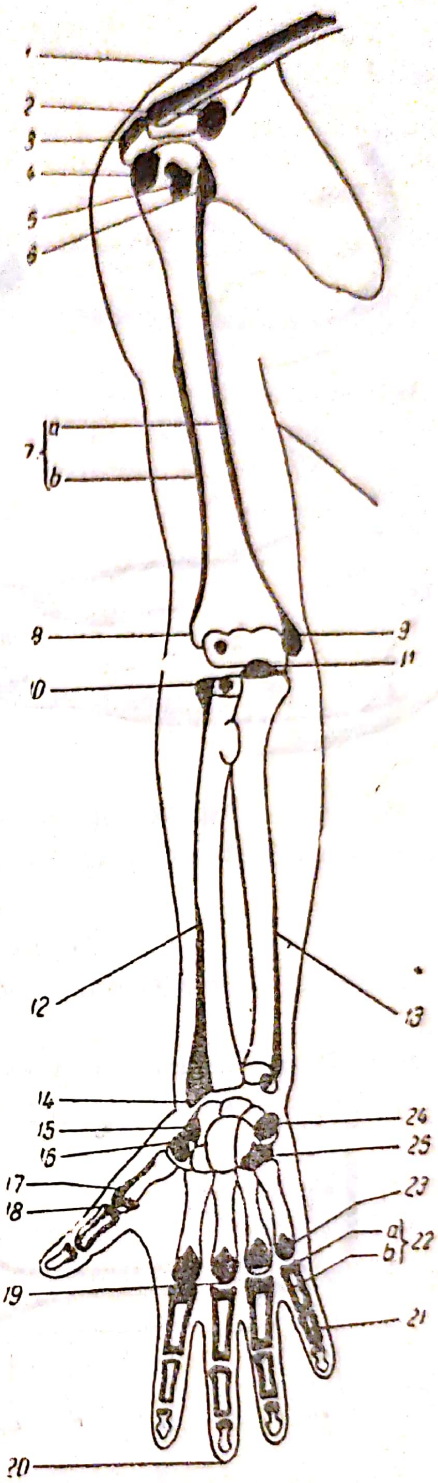


Fig. 161. Reperele osoase și articulare ale mebrului toracic — (vedere anterioară sau ventrală)

1 — Clavicula; *2* — Coracoida; *3* — Acromion; *4* — Tuberculul mare (trochiter); *5* — Tuberculul mic (trochin); *6* — Capul humeral; *7* — Diafiza humerală: *a)* — Marginea medială; *b)* — Marginea laterală; *8* — Epicondilul lateral; *9* — Epicondilul medial; *10* — Căpceanul radial; *11* — Apofiza coronoidă; *12* — Diafiza radială; *13* — Diafiza ulnară; *14* — Apofiza stiloidă radială; *15* — Tuberculul axului navicular (scafoid); *16* — Tuberculul osului trapez; *17* — Capul metacarpianului I; *18* — Oase sesamoide; *19* — Falangele; *20* — Vîrful degetului mijlociu; *21* — Falanga II-a a degetelor; *22* — Falanga I-a a degetelor; *23* — Capul metacarpianului V; *24* — Osul pisiform; *25* — Osul cu cîrlig (Hamatum)

Scanned with OKEN Scanner

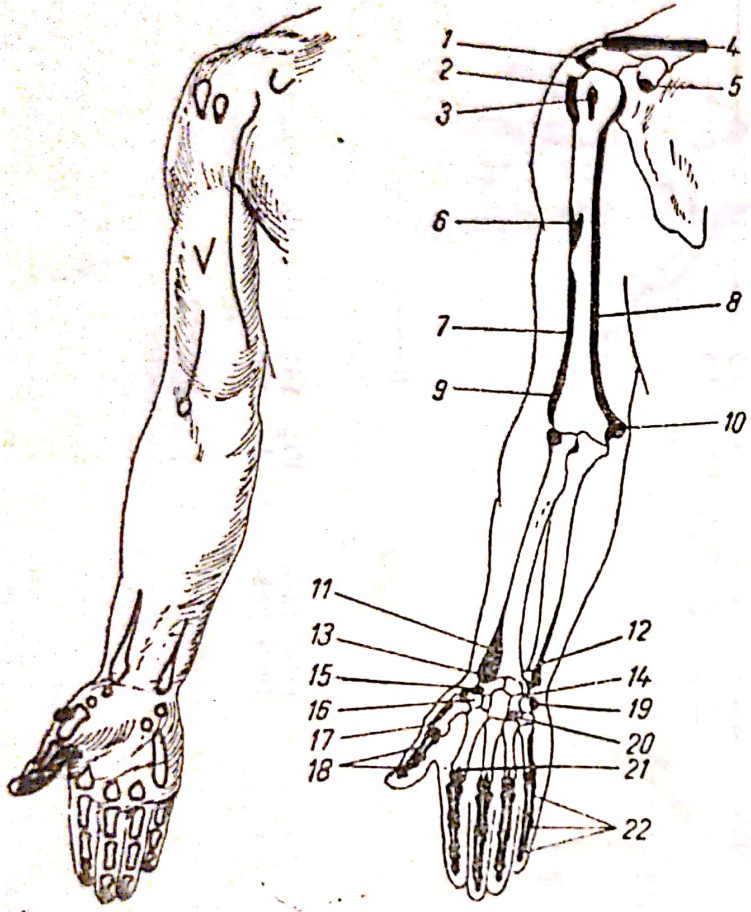


Fig. 162. Vedere ventrală a membrului toracic

1 — Marginea externă a acromionului; *2* — Trohiter — (tuberculul mare); *3* — Trohin (tuberculul mic); *4* — Clavicula; *5* — Ciocul coracoidei; *6* — V-ul deltoidian; *7* — Marginea radială a humerului; *8* — Marginea ulnară a humeralului; *9* — Epicondil; *10* — Epitrohlee; *11* — Epifiza distală a radiului; *12* — Epifiza distală a ulnei; *13* — Stiloida radială; *14* — Stiloida ulnară; *15* — Tuberculul scafoidului; *16* — Tuberculul trapezului; *17* — Metacarpianul I; *18* — Falangele policelui; *19* — Pisiform; *20* — Cîrligul osului hamat; *21* — Capul metacarpienelor; *22* — Falangele degetelor.

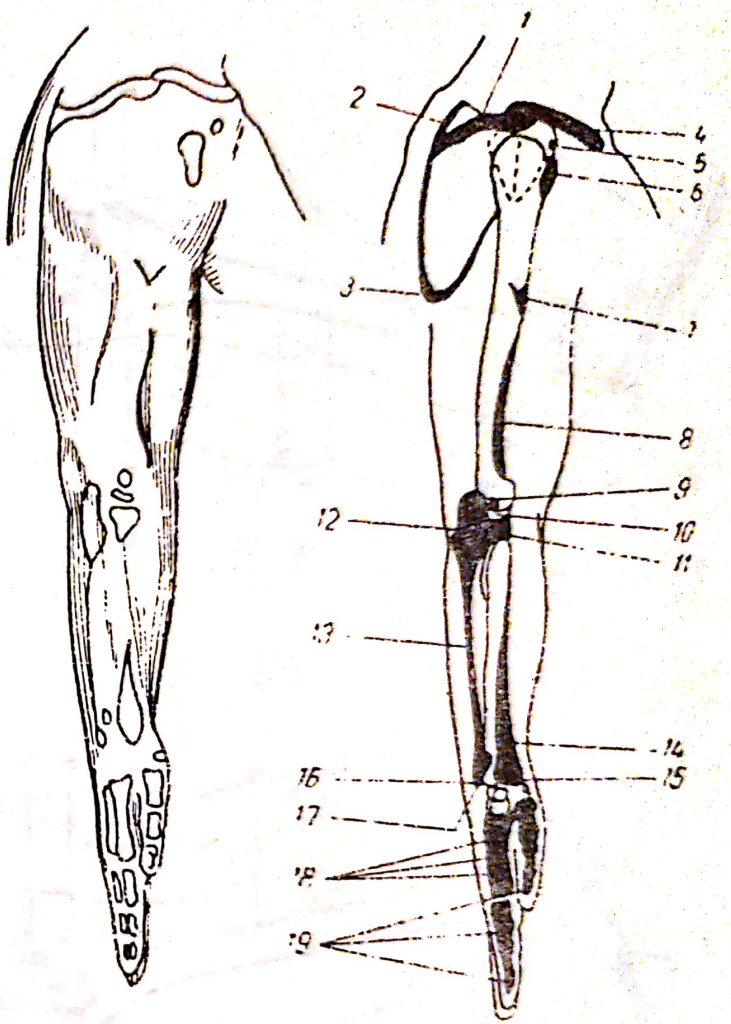


Fig. 163. Vedere laterală a membrului toracic cu reperele osteoarticulare

1 — Spina scapulei; *2* — Marginea vertebrală a scapulei; *3* — Vîrful caudal al scapulei; *4* — Clavicula; *5* — Ciocul caracoidei; *6* — Tuberculul mare (trohiter); *7* — Inserţia (V) deltoidian; *8* — Marginea radială a humerului; *9* — Epicondilul lateral; *10* — Interlinia humero-radială; *11* — Căpceanul radiului; *12* — Olecranul; *13* — Creasta ulnară; *14* — Epifiza distală a radiului; *15* — Stiloida radială; *16* — Stiloida ulnară; *17* — Scripetele radial; *18* — Faţa dorsală a metacarpienelor; *19* — Faţa dorsală a falangelor.

Scanned with OKEN Scanner

— *creasta posterioară* este vizibilă și palpabilă în întregime;

— *căpceanul ulnei* și *apofiza stiloidă* se palpează la epifiza distală;

— *interlinia articulară radio-carpiană* (fig. 162) este palpabilă pe fața dorsală a pumnului, între cele două apofize stiloide, radială și ulnară. De remarcat că stiloida radială coboară mai jos decît cea ulnară.

Mîna propriu-zisă conține regiunile: carpiană, metacarpiană și falangele.

Mai greu accesibile la palpare sînt oasele carpiene, însă metacarpienele și falangele se pot palpa cu ușurință.

Punctele antropometrice ale membrului superior sînt: *acromialul,* la marginea externă a acromionului scapulei; *radialul,* care corespunde căpceanului radiusului; *stilion,* apofiza stiloidă radială; *falangion,* la baza primei falange a degetului mijlociu și *dactilion,* la vîrful ultimei falange a aceluiași deget.

MEMBRUL INFERIOR

(fig. 164, 165)

Vom descrie numai porțiunile accesibile la inspecție și palpare ale membrului inferior liber, adică: coapsa, gamba și piciorul, întrucît centura pelvină a fost descrisă.

La coapsă, femurul prezintă următoarele detalii:

— *trohanterul mare* situat pe partea laterală a coapsei, în partea sa superioară;

— *capul femural* fiind situat profund, se poate palpa pe fața anterioară a articulației coxofemurale, cu condiția să flectăm și să rotim lateral coapsa;

— *epicondilul medial* al epifizei distale a femurului se află înpoia rotulei și se poate palpa cu ușurință pînă la tuberculul marelui aductor;

— *epicondilul lateral* al femurului este mai puțin proeminent, dar se poate palpa în întregime;

— *rotula* (patella) este vizibilă și palpabilă între cei doi condili femurali; are o formă triunghiulară cu vîrful în jos, de la care pornește și se poate palpa tendonul rotulian.

La gambă, care este formată din *tibie* și *fibula* (peroneul) avem următoarele detalii accesibile la inspecție și palpare:

— *condilul tibial extern* este în totalitate vizibil și palpabil; pe fața sa anterioară prezintă tuberculul tractului (Gerdy), pe care se inseră tractul ileo-tibial;

— *condilul tibial intern* este în totalitate vizibil și palpabil;

— *tuberozitatea anterioară a tibiei,* pe care se inseră mușchiul cvadriceps femural prin tendonul rotulian se poate palpa cu ușurință;

— *creasta anterioară a tibiei* este ascuțită și ușor recurbată în S alungit; este în întregime vizibilă și palpabilă;

Scanned with OKEN Scanner

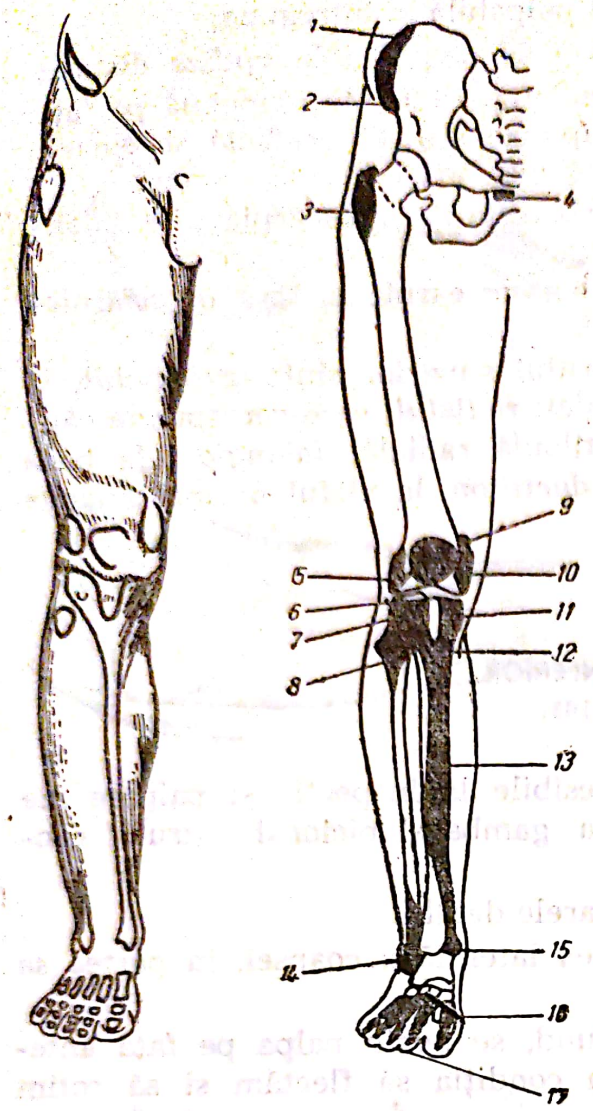


Fig. 164. Anatomia pe viu a membrului pelvin (scheletul) (vedere ventrală)

1 — Creasta iliacă; *2* — Spina iliacă anterosuperioară; *3* — Trocanter mare; *4* — Pubisul; *5* — Condilul extern; *6* — Interlinia articulației genunchiului; *7* — Condilul tibial extern; *8* — Capul fibulei; *9* — Tuberculul marelui aductor; *10* — Condilul intern femural; *11* — Condilul intern tibial; *12* — Tuberozitatea anterioară a tibiei; *13* — Creasta tibiei; *14* — Maleola externă; *15* — Maleola internă; *16* — Metatarsianul I; *17* — Falangele degetelor I—IV.

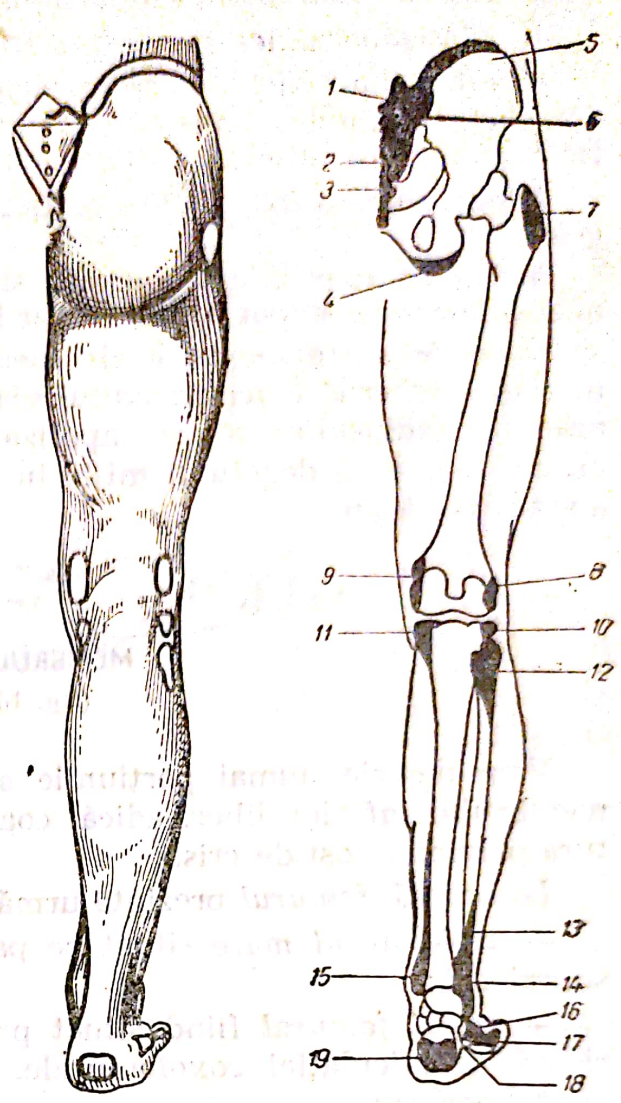


Fig. 165. Anatomia pe viu a scheletului membrului pelvin (vedere dorsală)

1 — Sacrul; *2* — Creasta sacrală meotă; *3* — Hiatul sacrat; *4* — Tuberozitatea ischiatică; *5* — Creasta iliacă; *6* — Spina iliacă postero-superioară; *7* — Marele trocanter; *8* — Condilul femural lateral; *9* — Condilul femural; *10* — Condilul tibial lateral; *11* — Condilul tibial medial; *12* — Capul fibulei; *13* — Fața cutanată a apofizei distale a fibulei; *14* — Maleola fibulară; *15* — Maleola tibială; *16* — Metatarsian V; *17* — Falangele degetului V; *18* — Tuberculul scafoidului; *19* — Tuberozitatea calcaneului.

— *fața medială a tibiei* este situată imediat sub piele, nu dă inserție la mușchi și este în întregime vizibilă și palpabilă; (fig. 166).

— *interlinia articulației genunchiului* se poate determina atît în flexie cît și în extensie;

— *capul fibulei* (peroneului) se palpează pe partea laterală și superioară a gambei, sub linia articulației genunchiului. Tendonul bicepsului femural care se inseră pe apofiza stiloidă a fibulei, conduce cu ușurință pînă la capul fibular.

Scanned with OKEN Scanner

— *maleola tibială* este situată în partea medială a gambei, în prelungirea tibiei; fiind subcutanată ea se recunoaşte uşor la inspecţie şi se palpează în întregime;

— *maleola fibulară* este situată pe faţa laterală a gleznei, coboară mai jos decît maleola tibiei şi este în întregime vizibilă şi palpabilă.

— *laba piciorului* cuprinde oasele tarsiene, metatarsiene şi falangele, la care putem recunoaşte şi palpa următoarele:

— *tuberozitatea posterioară a calcanului* este vizibilă şi palpabilă în regiunea călcîiului;

— *tuberculul scafoidului*, vizibil şi palpabil pe faţa medială a labei piciorului, sub şi înaintea maleolei tibiale;

— *tuberculul fibularilor* (al peronierilor) se palpează pe partea laterală a piciorului, sub maleola fibulară; tuberculul se află pe faţa laterală a calcaneului;

— *tuberculul metatarsianului V* se palpează pe marginea externă a piciorului;

— *tuberozitatea primului metatarsian* se palpează pe marginea internă a labei piciorului;

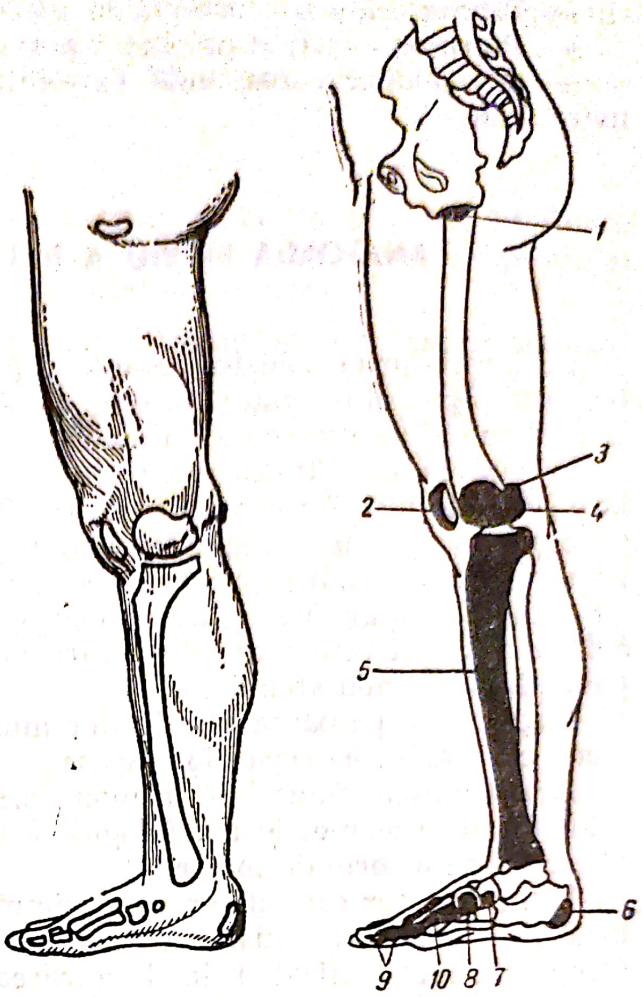


Fig. 166. Anatomie pe viu a membrului pelvin (vedere medială)

1 — Tuberozitatea ischionului; *2* — Rotula; *3* — Tuberculul aductorului mare; *4* — Condil femural medial; *5* — Faţa internă a tibiei; *6* — Tuberozitatea calcaneului; *7* — Tuberculul scafoidului; *8* — Primul cuneiform; *9* — Falangele policelui; *10* — Metatarsianul I.

— *capul talusului* (astragalului) se palpează pe faţa dorsală a piciorului, cînd acesta este puternic extins (laba în flexie plantară);

— metatarsienele şi falangele se pot palpa numai pe faţa dorsală a piciorului;

— *bolta plantară* este formată din două arcuri: unul longitudinal şi altul transversal. Ea poate fi explorată prin inspecţie şi prin studiul amprentei plantare, care ne poate indica gradul de reducere a boltei plantare (picior plat).

Punctele antropometrice ale membrului inferior

— *Supracristalul* — corespunde punctului celui mai înalt al crestei iliace.

— *Iliospinalul* — este corespunzător spinei iliace anterosuperioare.

— *Tuberculul* — corespunde tuberozităţii ischionului.

— *Simfision* — este simfiza pubiană.

Scanned with OKEN Scanner

— *Trocanterion* — corespunde marelui trocanter (partea superioară).
— *Pternion* — situat pe partea posterioară a calcaneului.
— *Acropodion* corespunde extremității ultimei falange a degetului mare (haluce).

ANATOMIA PE VIU A MUȘCHILOR SCHELETICI

Prin reliefurile sale în repaus și în contracție musculatura imprimă corpului aspectul normal și estetic; ea poate fi mascată prin depuneri mari de grăsime în straturile subcutanate.

Precizarea prin trasarea cu creion dermatograf a reliefurilor musculare se poate face fie în poziție de repaus, fie în mișcarea specifică căreia ne opunem pentru a evidenția mai bine mușchiul. La adultul tînăr, cu un strat adipos slab reprezentat, se poate face cu ușurință atît inspecția cît și înscrierea grafică cu dermatograf. La femei și copii, reliefurile musculare sînt mai estompate din cauza unei dezvoltări mai slabe și a unui panicul adipos mai abundent.

Inspecția și palparea reliefurilor musculare trebuie întotdeauna făcută odată cu precizarea reperelor osoase.

Este cunoscut faptul că, în mod normal, la imensa majoritate a oamenilor există o asimetrie morfologică a musculaturii și a scheletului, condiționată de o serie de factori.

Primul factor care determină asimetria osteo-musculară este cel cerebral, prin faptul că emisferul stîng este mai dezvoltat la 97% din oameni (dreptaci), materializat prin localizarea centrului motor și senzorial al vorbirii articulate. Copilul se naște cu o tendință naturală de ambidextrie, care ulterior se transformă, prin educație, în monodextrie în majoritatea cazurilor. Activitatea mai mare a membrului superior drept are ca urmare apariția unei asimetrii generale, osteo-musculare, care se accentuează cu vîrsta. Această asimetrie este puțin evidentă și nu prejudiciază statica și dinamica corpului omenesc.

Activitatea de educație fizică și sport produce importante modificări în musculatura corpului, determinînd creșterea predominantă a unor mase parțiale ale corpului și asigurînd prin aceasta efortul specific unor ramuri sau tehnici sportive.

MUȘCHII CAPULUI

Formează două grupe musculare funcționale: a) mușchii mimicei și b) mușchii masticatori.

Mușchii mimicei sînt situați imediat sub pielea feței și a capului; unul din capete se fixează pe oasele craniului neural și visceral, iar celălalt în straturile profunde ale pielii, mai ales la față.

Datorită acestui fapt ei mobilizează pielea imprimînd figurii expresivitate legată de stările psihice, unii dintre aceștia se dispun în jurul orificiilor: cavitatea bucală, orbitală își îndeplinesc rolul de constrictori;

Scanned with OKEN Scanner

alții se dispun în jurul cartilagiilor nasale și auriculare, pe care le mobilizează —, aceștia din urmă sînt slab dezvoltați la om.

Mușchii mimicei se împart în: a) mușchii calotei craniene și b) mușchii feței.

Mușchii calotei sînt următorii:

1. *Mușchiul occipital* (m. occipitalis) este situat în partea posterioară a capului și are formă patrulateră. Originea pe linia curbă occipitală și inserția pe aponevroza epicraniană, al cărei tensor este.

2. *Mușchiul frontal* (m. frontalis), situat anterior, are origine pe aponevroza epicraniană, iar inserția pe fața profundă a pielii din regiunea frontală. Prin construcția sa produce cute transversale ale pielii frunții exprimînd atenția, încordarea.

Mușchii feței (fig. 167)

1. *Mușchiul orbicular al pleoapelor* (m. orbicularis oculi). Este un mușchi circular, ocupînd regiunea orbitei și pleoapelor. Este format din trei porțiuni: a) pars orbitalis, b) pars palpebralis și c) pars lacrimialis.

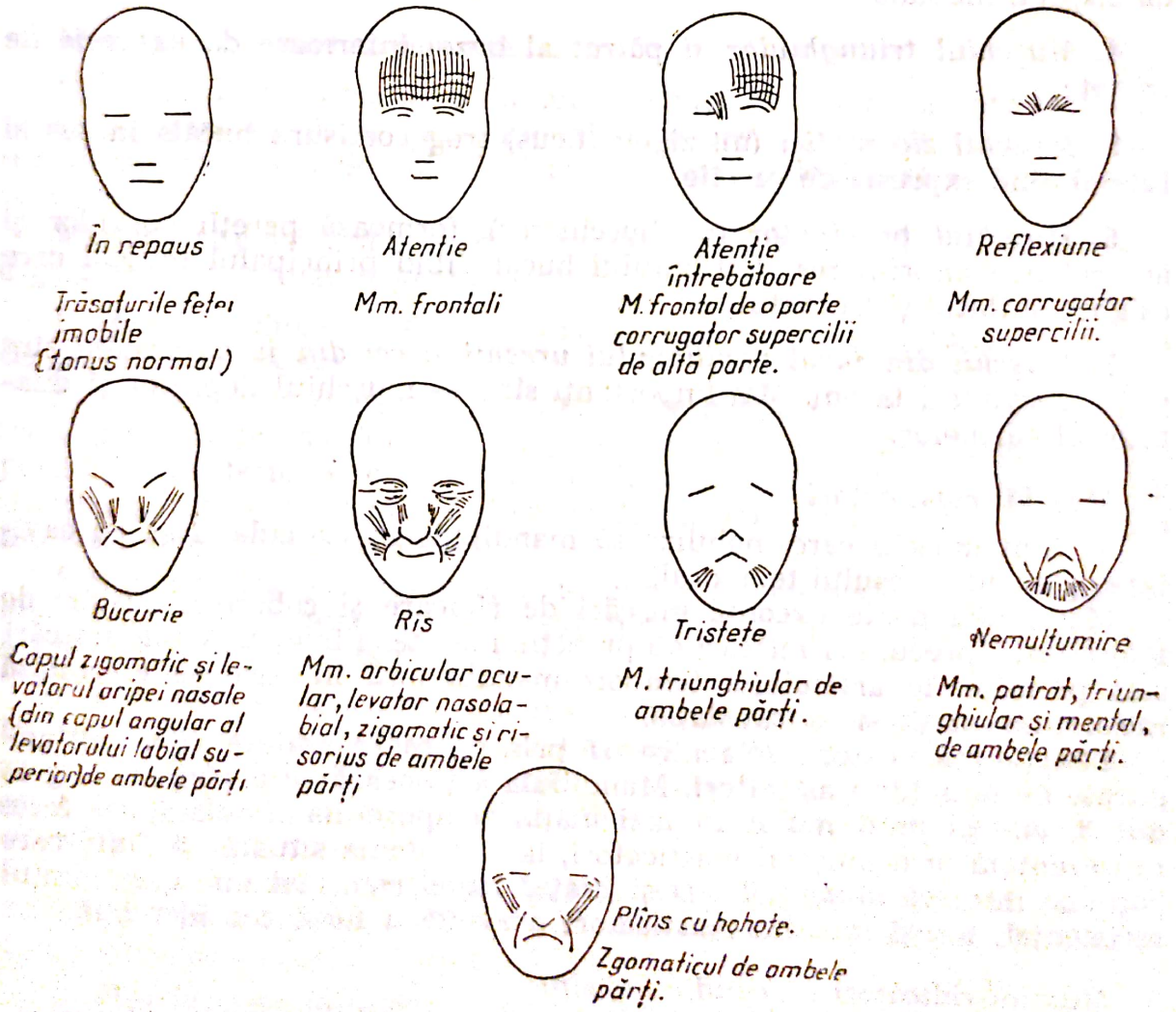


Fig. 167. Expresia diferitelor stări psihice
(după H. Braus — K. Elze — modificat de I. Tă. Rig[a])

Scanned with OKEN Scanner

Primele două fascicole închid pleoapele, iar partea palpebrală se contractă involuntar asigurînd clipirea. Partea lacrimară acţionează asupra canalelor lacrimale (mușchiul lui Homer) uşurînd scurgerea lacrimilor în şanţul lacrimal.

2. *Mușchiul orbicular al buzelor*. (m. orbicularis oris), este circular, aşezat în jurul orificiului bucal, intrînd în construcţia buzelor. Pe părţile laterale ale orificiului bucal fibrele de la buza superioară şi cea inferioară formează nodul comisural, formaţiune fibroasă care serveşte pentru inserţie şi a altor mușchi ai feţii, printre care buccinatorul, zigomaticii şi rizorius.

Principala acţiune este de a închide orificiul bucal şi de a prinde alimentele. Nodul comisural pe care se inseră numeroşi mușchi ai feţii poate fi mobilizat în diferite direcţii producînd cute ale pielii şi imprimînd expresii diverse, astfel:

3. *Mușchiul rizorius* produce gropiţe în obraji şi dă expresia caracteristică rîsului, veseliei.

4. *Mușchiul bărbiei* (m. mentalis), trage buza inferioară şi dă expresia de dispreţ, îndoială.

4. *Mușchiul triunghiular şi pătrat* al buzei inferioare dă expresie de tristeţe.

5. *Mușchii zigomatici* (m. zigomaticus) trag comisura bucală în sus şi lateral dînd expresia de veselie.

6. *Mușchiul buccinator* (m. buccinator), formează pereţii obrajilor şi are rol în comprimarea vestibulului bucal, fiind principalul mușchi care asigură suflatul şi flueratul.

7. *Mușchii din jurul pavilionului urechii şi cei din jurul nasului* sînt puţin dezvoltaţi la om. Mai importanţi sînt — mușchiul depresor şi dilatator al narinelor.

Mușchii masticatori

— Sînt mușchi care mobilizează mandibula în articulaţia sa cu cavitatea glenoidă a osului temporal.

Mandibula poate executa mişcări de ridicare şi coborîre, mişcări de lateralitate, precum şi mişcări de proecţie înainte şi înapoi. Aceste mişcări sînt permise de articulaţia temporo-mandibulară în care se efectuiază mişcări de rotaţie şi de translaţie.

Funcţia masticatorie se realizează prin mişcările arătate, care sînt asigurate de mușchii masticatori. Mandibula acţionează ca o pîrghie de gradul 3, cu sprijinul mobil în articulaţia temporo-mandibulară, cu forţa reprezentată prin mușchii masticatori, iar rezistenţa situată pe dinţi, care rup sau mestecă alimentele. Deşi braţul forţei este mai mic decît braţul rezistenţei, totuşi mușchii masticatori dezvoltă a forţă considerabilă.

Mușchii ridicători ai mandibulei sînt:

1. *Mușchiul temporal* (m. temporalis) îşi are originea pe osul temporal avînd forma unui larg evantai cu baza orientată cranial. Fibrele

Scanned with OKEN Scanner

sale coboară avînd trei direcţii şi se inseră pe apofiza coronoidă a mandibulei.

Fibrele ventrale coboară vertical, cele mijlocii, oblic în jos şi înainte, iar cele posterioare sînt aproape orizontale.

Acţiune: cînd se contractă în totalitate, ridică mandibula, iar prin fascicolul posterior o trage înapoi.

2. *Muşchiul maseter* (m. masseter) este situat între mandibulă şi arcada zigomatică, are o formă patrulateră şi două direcţii de fibre. Fascicolul superficial are origine pe marginea inferioară a arcadei zigomatice, apoi merge oblic în jos şi înapoi şi se inseră pe ramura ascendentă a mandibulei. Fascicolul profund are aceeaşi origine, iar direcţia lui este oblică în jos şi înainte, inserîndu-se pe faţa laterală a mandibulei.

Acţiune: este un puternic ridicător al mandibulei.

3. *Muşchiul pterigoidian intern* (m. pterigoideus medialis) este situat profund, în fosa zigomatică. Are origine în fosa pterigoidă, de unde fibrele se îndreaptă oblic în jos, lateral şi posterior, pentru a se insera pe faţa internă a unghiului mandibulei.

Acţiune: este un puternic ridicător al mandibulei; cînd se contractă unilateral, deplasează uşor mandibula de partea opusă.

Muşchii coborîtori ai mandibulei

Mişcarea de coborîre a mandibulei se face cu uşurinţă întrucît este în acelaşi sens cu forţa gravitaţională. De aceia, muşchii care coboară mandibula sînt slab dezvoltaţi şi în plus mai îndeplinesc şi alte funcţii motrice.

Muşchii care asigură coborîrea mandibulei sînt muşchii suprahioidieni: digastric, milohioidian şi genio-hioidian.

1. *Muşchiul digastric* (m. digastricus) este un muşchi lung, cu forma de arc orientată în sus.

Este format din două pîntece musculare legate printr-un tendon, care trece printr-o arcadă fibroasă de pe cornul mic al osului hioid. Origina porţiunii posterioare este în faseta digastrică a apofizei mastoide, iar inserţia porţiunii ventrale se face pe foseta cu acelaşi nume, pe partea internă a unghiului mandibulei.

Acţiune: ridică osul hioid cînd ia punct fix pe mandibulă şi coboară mandibula cînd ia punct fix pe osul hioid. Cele două fascicule mobilizează înainte şi înapoi osul hioid.

2. *Muşchiul milohioidian* (m. mylohioideus) are forma patrulateră şi împreună cu cel de partea opusă formează planşeul bucal. Are origina pe linia milohioidiană a mandibulei, iar inserţia pe corpul osului hioid, cei doi muşchi se unesc pe linie mediană printr-un rafeu fibros, deasupra căruia se află limba.

Acţiune: coboară mandibula cînd ia punct fix pe osul hioid, iar cînd se sprijină pe mandibulă, ridică osul hioid, aplicînd limba pe bolta palatină contribuind la actul deglutiţiei.

3. *Muşchiul genio-hioidian* (m. geniohioideus) este un muşchi mic, situat superficial faţă de milohioidian, contribuind la întărirea planşeului

Scanned with OKEN Scanner

bucal. Origine pe unghiul intern al mandibulei, pe apofizele genii și inserția pe osul hioid — aceeași acțiune ca și milohioidianul.

4. *Mușchiul pielos* al gîtului (m. platysma) are o slabă acțiune de coborîre a mandibulei.

Mușchii propulsari ai mandibulei

Mișcarea de împingere înainte a mandibulei are o mică amplitudine și este asigurată de cei doi mușchi pterigoidieni, intern și extern.

Mușchii retropulsori ai mandibulei.

Mișcarea de tragere înapoi a mandibulei are tot o mică amplitudine și este îndeplinită de pîntecul posterior al digastricului și fascicolele posterioare ale temporalului.

Mișcarea de lateralitate a mandibulei este asigurată de:

— *Mușchiul pterigoidian extern* (m. pterigoideus externus) este un mușchi scurt însă puternic. Origina pe fața laterală a apofizei pterigoide, după care se îndreaptă posterior și lateral și se inseră pe condilul mandibulei.

Acțiune: cînd se contractă ambii mușchi, împing mandibula înainte, iar cînd se contractă separat, asigură mișcările de lateralitate ale mandibulei.

MUȘCHII GÎTULUI

Regiunea cervicală a coloanei vertebrale este foarte mobilă asigurînd mișcările capului și orientarea în spațiu. Mișcările care se execută sînt de flexie, extensie, rotație, înclinări laterale și circumducție.

Mișcarea de flexie

Este asigurată de următorii mușchi:

1. *Mușchiul lungul capului* (m. longus capitis), cu origina pe apofiza bazilară, iar inserția pe tuberculii anteriori ai vertebrelor III—VI cervicale. Contracția simultană face flexia, iar contracția separată rotește de aceeași parte coloana cervicală și capul.

2. *Mușchiul sterno-cleido-mastoidian* (m. sternocleido-mastoideus) este un mușchi puternic, situat pe fața antero-laterală a regiunii cervicale. Origina se face prin două fascicole, unul sternal, iar celălalt clavicular, traversează oblic regiunea cervicală și se inseră pe apofiza mastoidă. Acționînd simultan, flectează capul și gîtul. Unilateral produce o înclinare a capului de aceeași parte, precum și rotația bărbiei de partea opusă. În cazul cînd punctul fix este pe craniu, mușchiul este un slab inspirator, intervenind în inspirația forțată.

3. *Mușchii scaleni*, trei la număr — anterior, mijlociu și posterior sînt situați în partea profundă și laterală a gîtului — origina lor este pe tuberculii anteriori ai vertebrelor cervicale II—VI, iar inserția pe coasta I-a (tuberculul lui Lissfrank) și coasta II-a.

Acțiune: cînd iau punct fix pe coaste flectează coloana cervicală, cînd se contractă unilateral înclină capul de aceeași parte, iar cînd iau punct fix pe vertebre, ridică primele două coaste, deci sînt mușchi inspiratori.

Scanned with OKEN Scanner

4. *Mușchii osului hioid.* Sînt situați pe linia mediană ventrală a gîtului, între torace și mandibulă, avînd între ei osul hioid. Sînt opt la număr, împărțiți în supra și subhioidieni.

Mușchii suprahioidieni sînt: digastricul, milohioidianul, geniohioidianul descriși mai sus și

Mușchiul stilohioidian (m. stilohyoideus) un mușchi fuziform, subțire cu origine pe apofiza stiloidă și inserție pe cornul mic al osului hioid. Acțiune: ridică osul hioid și-l trage înapoi.

Mușchii subhioidieni sînt situați între torace și osul hioid astfel:

1. *Mușchiul sternotiroidian* (m. sterno tiroideus), cu origine pe manubriul sternal și inserție pe cartilagiul tiroid.

2. *Mușchiul tirohioidian* (m. tirohyoideus) cu origine pe cartilagiul tiroid și inserția pe osul hioid.

3. *Mușchiul sternohioidian* situat mai superficial decît primii, cu origine pe manubriul sternal și inserția pe corpul osului hioid.

4. *Mușchiul omohioidian,* cu origine pe omoplat, margine cranială și inserția pe osul hioid.

Acțiunea mușchilor subhioidieni = coboară mandibula trăgînd în jos de osul hioid.

Contribue împreună cu suprahioidienii la fixarea în spațiu a osului hioid.

Sînt slabi flexori ai coloanei cervicale.

Mișcarea de extensie

Este îndeplinită de toți mușchii situați în partea posterioară a coloanei vertebrale cervicale, fiind integrați în mușchii șanțurilor vertebrale.

Mișcările de lateralitate și rotație ale coloanei cervicale sînt asigurate de sistemele oblice ale mușchilor șanțurilor vertebrale și mușchii sterno-cleido-mastoidieni.

PERETELE DORSAL AL TRUNCHIULUI

Reliefurile (reperele) musculare pot fi evidențiate prin mișcări active cărora ne opunem, după care trasăm conturul cu creion dermatograf; aceste repere diferă față de conturul de repaus al musculaturii. (fig. 168).

La inspecția spatelui se observă dezvoltarea mai mare a regiunii toracale la bărbați și lărgirea regiunii inferioare, corespunzătoare bazinului, la femei.

La inspecție și palpare se pot evidenția numeroși mușchi și repere osoase dintre care cele mai importante sînt: mușchii, trapez, dorsalul mare, aponevroza trapezului, aponevroza lombo-dorsală, fascicolul spinal al mușchiului deltoid etc. (fig. 168). O bună parte din aceste reliefuri se pot preciza prin trasare cu creion dermatograf.

Scanned with OKEN Scanner

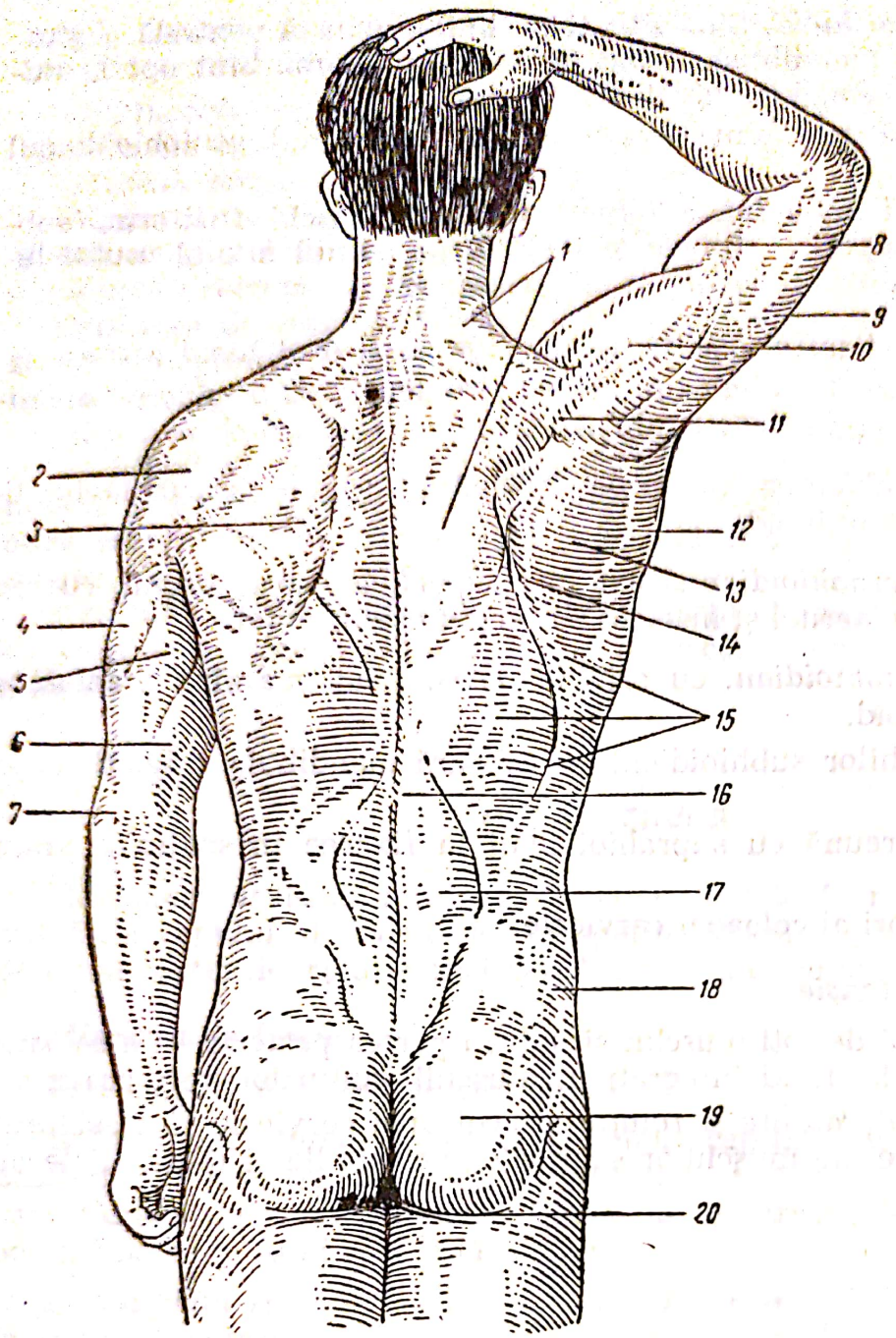


Fig. 168. Reliefurile musculare ale corpului uman (vedere posterioară) (după Sinelnicov)

1 — M. trapezius; *2* — M. deltoideus; *3* — Margo vertebralis scapulae; *4* — M. triceps brachii (caput laterale); *5* — M. triceps brachii (caput longum); *6* — M. triceps brachii (caput mediale); *7* — Olecranon; *8* — M. biceps brachii; *9* — M. triceps brachii; *10* — M. deltoideus; *11* — Spina scapulae; *12* — M. teres major; *13* — M. infraspinatus; *14* — M. rhomboideus; *15* — M. latissimus dorsi; *16* — Sulcus dorsi; *17* — M. erector spinae; *18* — M. gluteus medius; *19* — M. gluteus maximus; *20* — Plica glutealis.

PERETELE VENTRO-LATERAL AL TRUNCHIULUI

Este format în jumătatea superioară de torace, iar de la rebordul costal pînă la bazin, — de cavitatea abdominală acoperită de mușchii lați ai peretelui abdominal.

Pe partea anterioară a toracelui se pot palpa și trasa dermatografic reliefurile osoase claviculare, sternale și costale, precum și cei doi mușchi pectorali. De la marginea inferioară a pectoralilor mari se pot delimita digitațiile marelui dințat, care se îmbucă cu cele ale oblicului exterm al abdomenului (fig. 169, 170), precum și mușchii drepți ai abdomenului, de o parte și de alta a liniei albe.

Scanned with OKEN Scanner

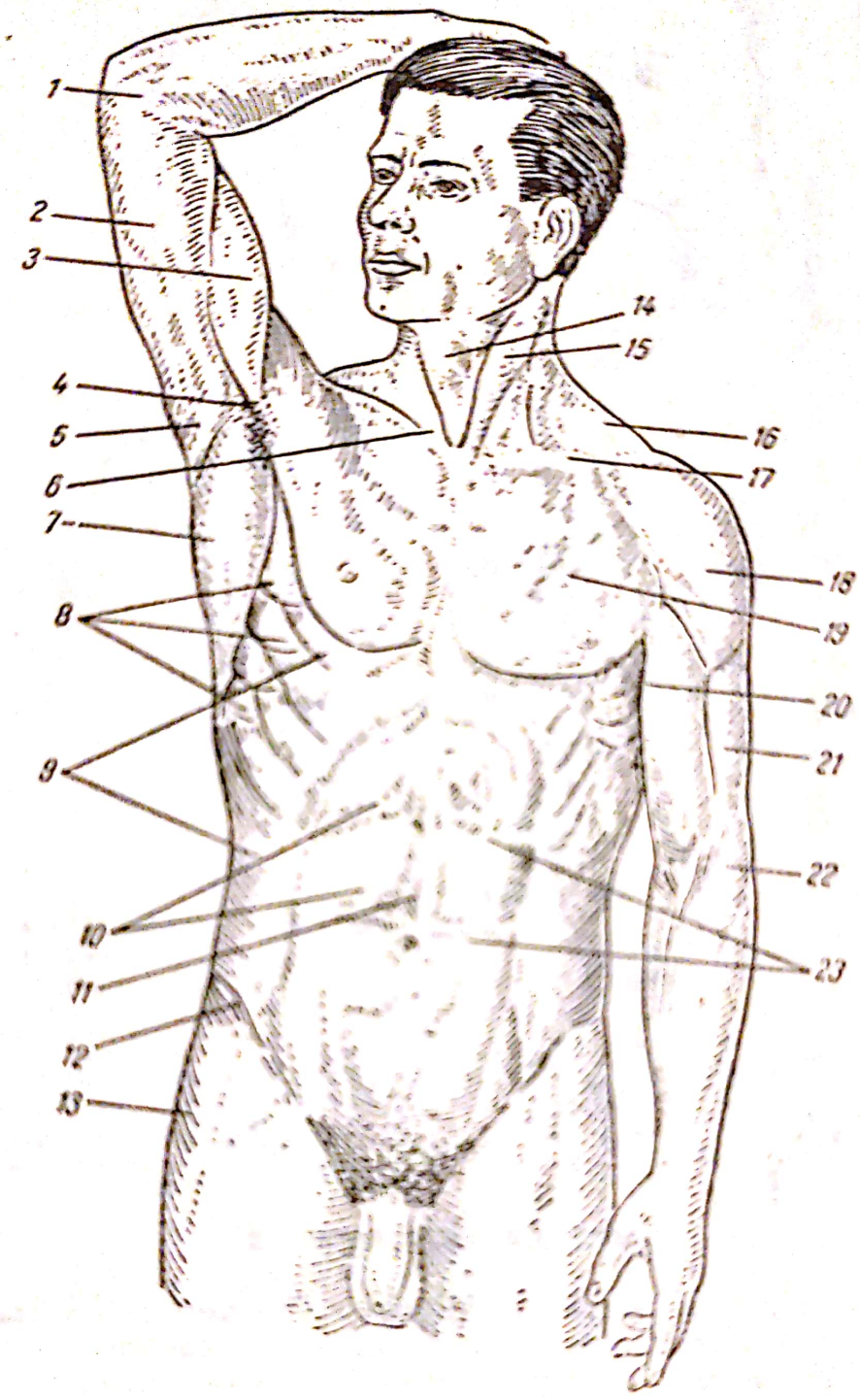


Fig. 169. Reliefurile musculare ale corpului uman (vedere ventro-laterală)

1 — Epicondylus medialis; *2* — M. triceps brachii; *3* — M. biceps brachii; *4* — Fossa axillaris; *5* — M. teres major; *6* — M. sternocleidomastoideus; *7* — M. latissimus dorsi; *8* — M. serratus anterior; *9* — M. obliquus externus abdominis; *10* — M. rectus abdominis; *11* — Linea alba; *12* — Spina iliaca anterior superior; *13* — M. tensor fasciae latae; *14* — Prominentia laryngea; *15* — M. sternocleidomastoideus; *16* — M. trapezius; *17* — Clavicula; *18* — M. deltoideus; *19* — M. pectoralis major; *20* — M. biceps brachii; *22* — M. brachioradialis; *23* — Intersectiones tendineae.

Scanned with OKEN Scanner

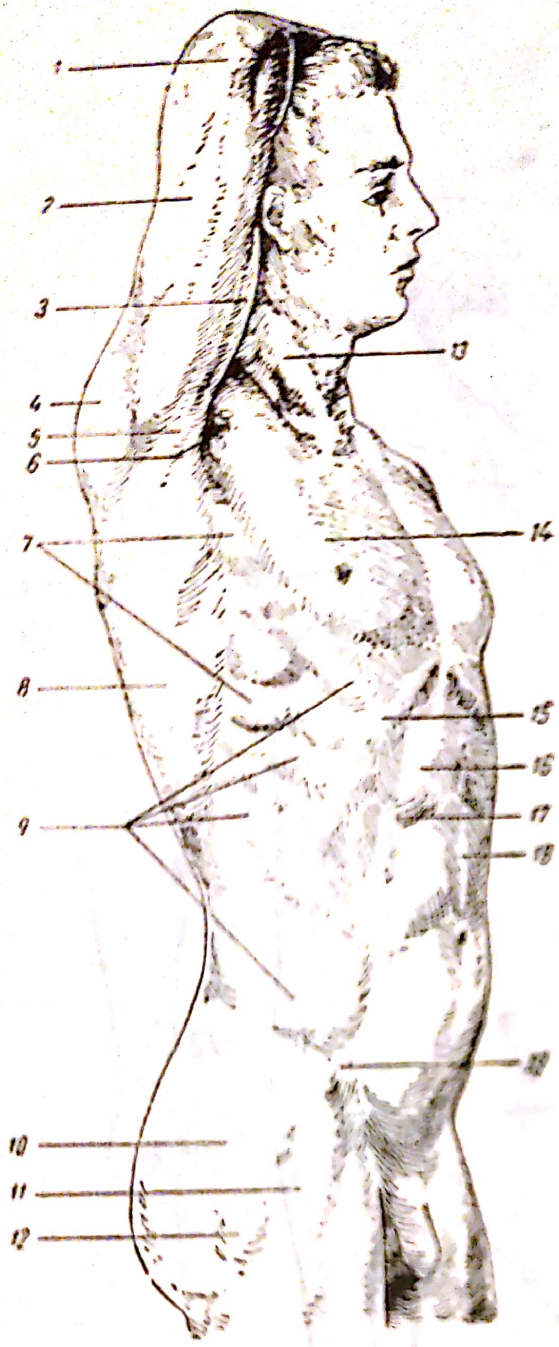


Fig. 170. Reliefurile musculare ale corpului uman (vedere laterală)

1 — Epicranius medialis; *2* — M. triceps brachii; *3* — M. longus brachii; *4* — M. deltoideus; *5* — M. teres major; *6* — Fossa axillaris; *7* — M. serratus anterior; *8* — M. latissimus dorsi; *9* — M. obliquus externus abdominis; *10* — M. gluteus maximus; *11* — M. tensor fasciae latae; *12* — Trochanter major; *13* — M. sternocleidomastoideus; *14* — M. pectoralis major; *15* — Arcus costalis; *16* — M. rectus abdominis; *17* — Intersectio tendinea; *18* — Linea alba; *19* — Spina iliaca anterior superior.

MUSCULATURA MEMBRELOR

Are particularități specifice legate de poziția verticală a omului, care a transformat membrele inferioare în organe de susținere și locomoție, iar pe cele superioare — în organe de explorare, prehensiune și, în general, de executare a unor mișcări de o finețe extremă.

MEMBRUL SUPERIOR (TORACIC)

Este legat de trunchi printr-o singură articulație, sterno-claviculară și un ligament costoclavicular, care fixează clavicula de prima coastă. Legătura cu scapula este foarte mobilă, fiind asigurată de articulația acro-

Scanned with OKEN Scanner

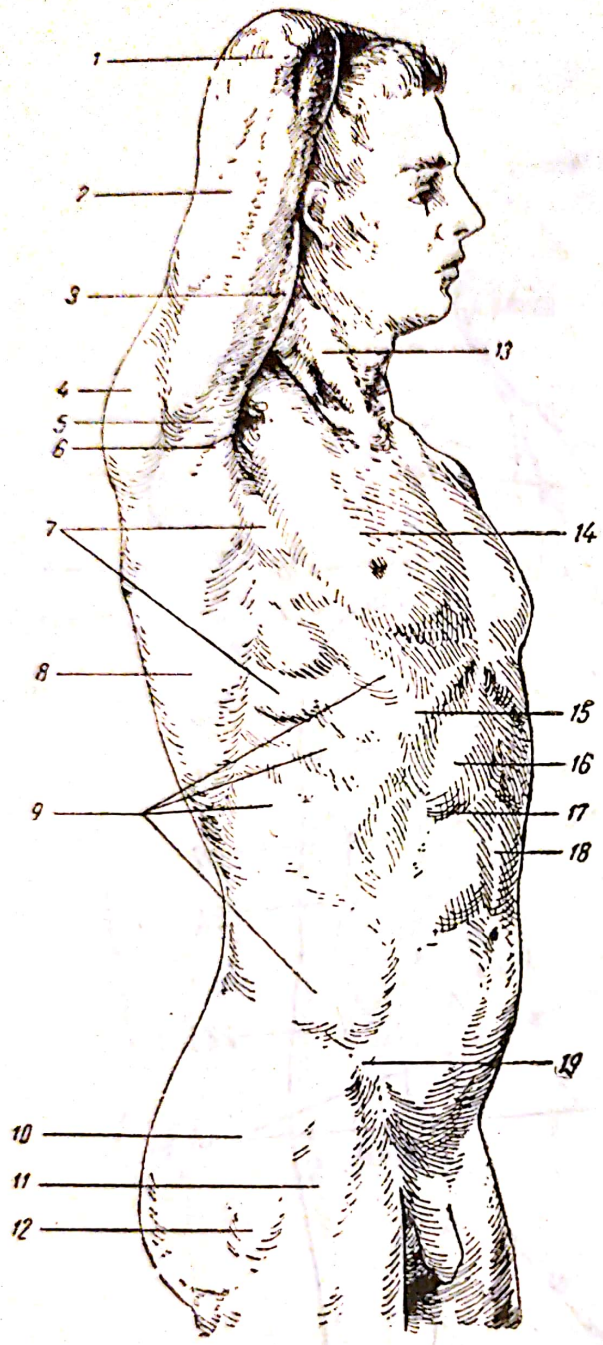


Fig. 170. Reliefurile musculare ale corpului uman (vedere laterală)

1 — Epicondylus medialis; *2* — M. triceps brachii; *3* — M. biceps brachii; *4* — M. deltoideus; *5* — M. teres major; *6* — Fossa axillaris; *7* — M. serratus anterior; *8* — M. latissimus dorsi; *9* — M. obliquus externus abdominis; *10* — M. gluteus maximus; *11* — M. tensor fasciae latae; *12* — Trochanter major; *13* — M. sternocleidomastoideus; *14* — M. pectoralis major; *15* — Arcus costalis; *16* — M. rectus abdominis; *17* — Intersectio tendinea; *18* — Linea alba; *19* — Spina iliaca anterior superior.

MUSCULATURA MEMBRELOR

Are particularităţi specifice legate de poziţia verticală a omului, care a transformat membrele inferioare în organe de susţinere şi locomoţie, iar pe cele superioare — în organe de explorare, prehensiune şi, în general, de executare a unor mişcări de o finețe extremă.

MEMBRUL SUPERIOR (TORACIC)

Este legat de trunchi printr-o singură articulaţie, sterno-claviculară şi un ligament costoclavicular, care fixează clavicula de prima coastă. Legătura cu scapula este foarte mobilă, fiind asigurată de articulaţia acro-

Scanned with OKEN Scanner

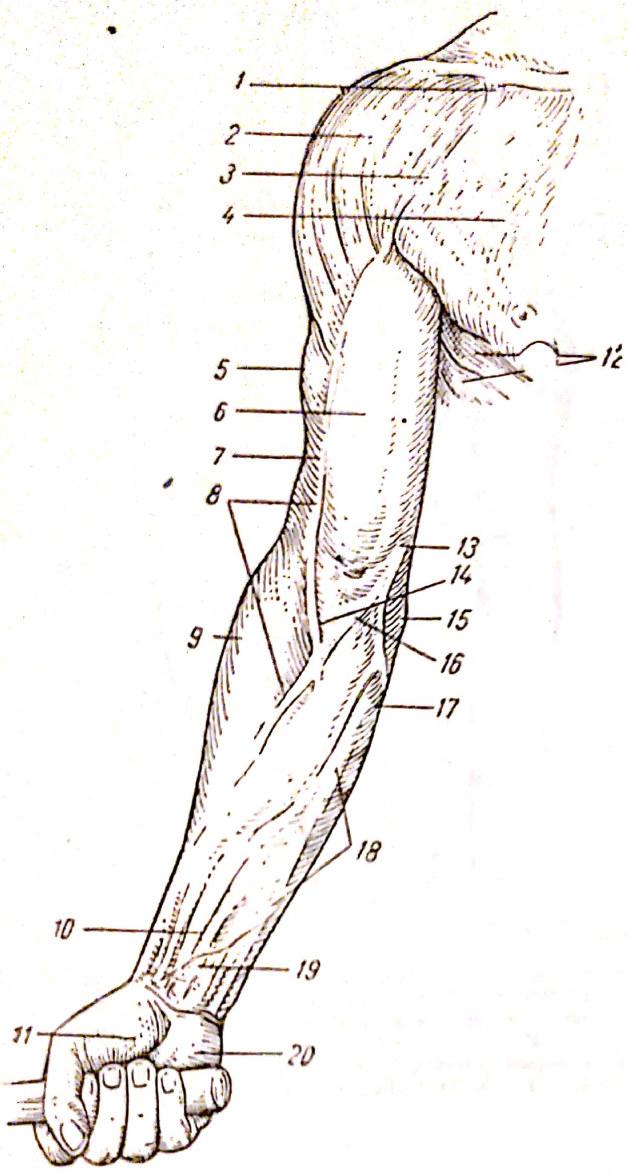


Fig. 171. Reliefurile musculare ale membrului superior (vedere anterioară)

1 — Fossa infraclavicularis; *2* — M. deltoideus; *3* — Sulcus deltoideopectoralis; *4* — M. pectoralis major; *5* — M. triceps brachii; *6* — M. biceps brachii; *7* — Sulcus bicipitalis lateralis; *8* — V. cephalica; *9* — M. brachioradialis; *10* — Tendo m. flexoris carpi radialis; *11* — Thenar; *12* — M. serratus anterior; *13* — V. basilica; *14* — Fossa cubitalis; *15* — Epicondylus medialis; *16* — V. mediana cubiti; *17* — V. basilica; *18* — M. flexor carpi ulnaris; *19* — Tendo m. palmaris longi; *20* — Hypothenar.

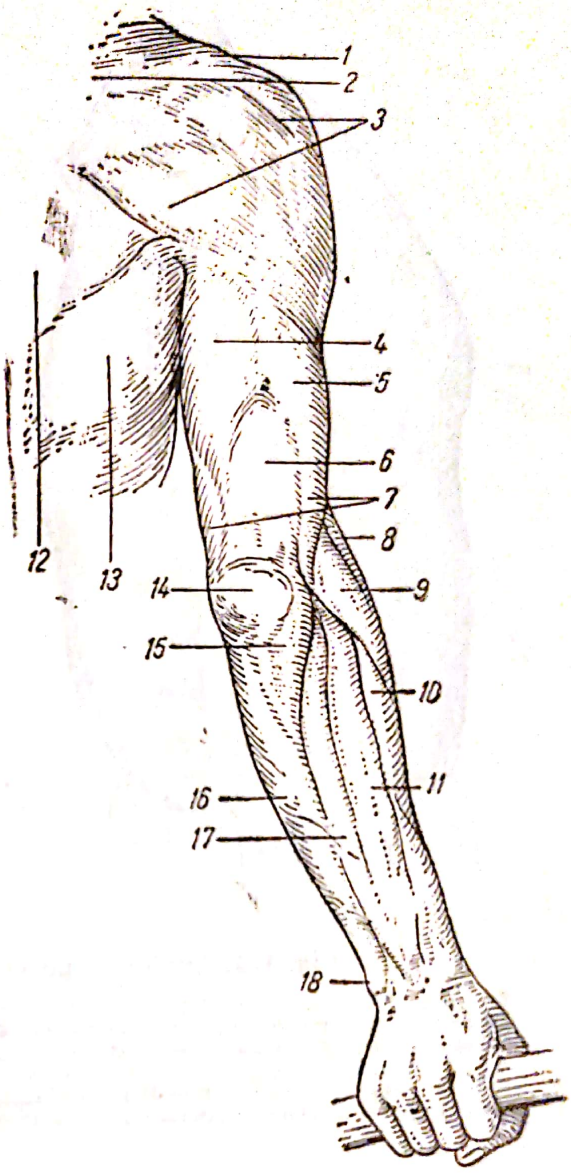


Fig. 172. Reliefurile musculare ale membrului superior (vedere posterioară))

1 — Acromion; *2* — Spina scapulae; *3* — M. deltoideus; *4* — M. triceps brachii (caput longum); *5* — M. triceps brachii (caput laterale); *6* — M. triceps brachii (tendo); *7* — M. triceps brachii (caput mediale); *8* — M. brachioradialis; *9* — M. extensor carpi radialis longus; *10* — M. extensor carpi radialis brevis; *11* — M. extensor digitorum; *12* — M. infraspinatus; *13* — M. teres major; *14* — Olecranon; *15* — M. anconeus; *16* — M. flexor carpi ulnaris; *17* — M. extensor carpi ulnaris; *18* — Caput ulnae.

mio-claviculară, iar scapula este fixată de scheletul trunchiului exclusiv prin mușchi. Din acest motiv, centura scapulară conferă membrului toracic o mare mobilitate.

Centura scapulară este bine îmbrăcată cu mușchi (fig. 173).

— *Deltoidul* acoperă umărul ca un evantai cu vîrful la nivelul V-ului deltoidian. În mișcarea de abducție se pot evidenția și delimita dermatografic cele trei porțiuni ale sale: subclaviculară, acromială și spinală.

Scanned with OKEN Scanner

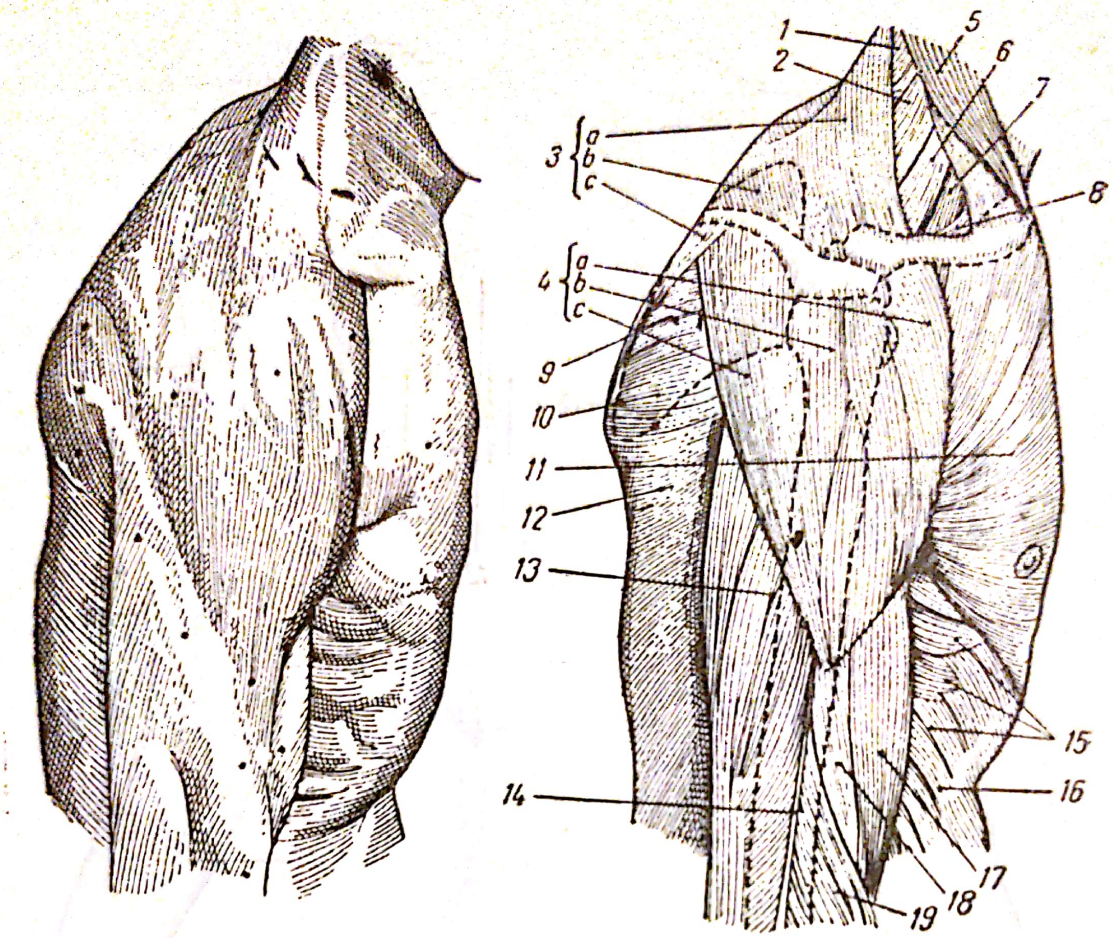


Fig. 173. Anatomia pe viu a umărului (vedere laterală)

1 — Musculus splenius cervicis; *2* — Musculus levator scapulae; *3* — Musculus trapezius — *a)* pars descendens; *b)* pars transverse; *c)* pars ascendens; *4* — Musculus deltoideus — *a)* pars clavicularis; *b)* pars acromialis; *c)* pars sternale; *5* — M. sternocleidomastoideus; *6* — M. scalen medius; *7* — M. scalen anterior; *8* — M. mylohioideus; *9* — M. supraspinatus; *10* — M. terre major; *11* — M. pectoralis major; *12* — M. latissimus dorsi; *13* — M triceps brahii; *14* — Septul intermuscular lateral; *15* — M. serratus anterior; *16* — M. obliquus externus; *17* — M. biceps brachii; *18* — M. brahialis; *19* — M. brahis styloradialis.

— *Trapezul* acoperă ca o pelerină centura scapulară, prin inserţiile sale claviculară, acromială şi spinală.

Din punct de vedere mecanic, aceşti doi muşchi sînt sinergici, ceea ce dovedeşte şi direcţia asemănătoare a fibrelor lor, ei efectuînd abducţia (prin deltoid) şi elevaţia braţului (bascula laterală) prin trapez.

Braţul prezintă ventral relieful evident al flexorilor dintre care *bicepsul* poate fi bine delimitat. Dorsal, masa musculară este formată de muşchiul *triceps* ale cărui porţiuni pot fi înscrise, dermatografic.

Regiunea axilară şi a cotului prezintă numeroase reliefuri musculare şi tendinoase, vizibile şi palpabile, putînd fi precizate prin înscriere cu dermatograful (fig. 174, 175).

Antebraţul se explorează, de regulă, cu cotul flectat, iar mîna în supinaţie (policele în afară şi palma în sus). Pentru precizarea unor detalii se poate folosi şi poziţia de pronaţie.

Scanned with OKEN Scanner

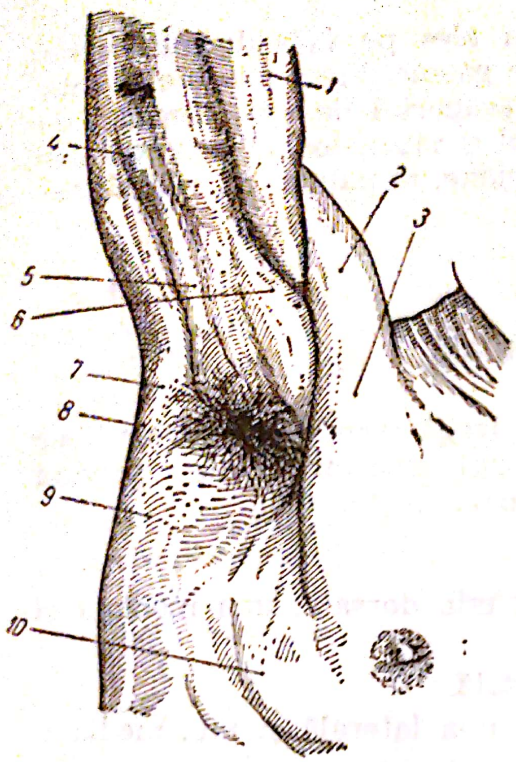


Fig. 174 Axila

1 — Mușchiul biceps brahial; *2* — Mușchiul pectoral mare; *3* — Plica axilară ventrală; *4* — Tricepsul brahial (caput longum); *5* — Fasciculul vasculo-nervos; *6* — Mușchiul toraco-brahial; *7* — Mușchiul marele rotund (terres major); *8* — Plica axilară dorsală; *9* — Mușchiul latissimus dorsi; *10* — Mușchiul serratus anterior (marele dințat).

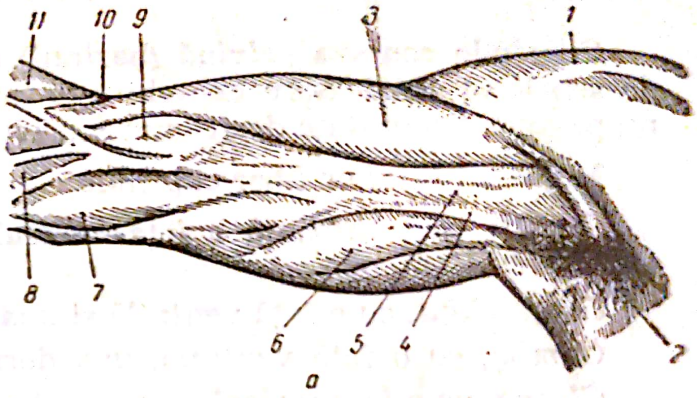


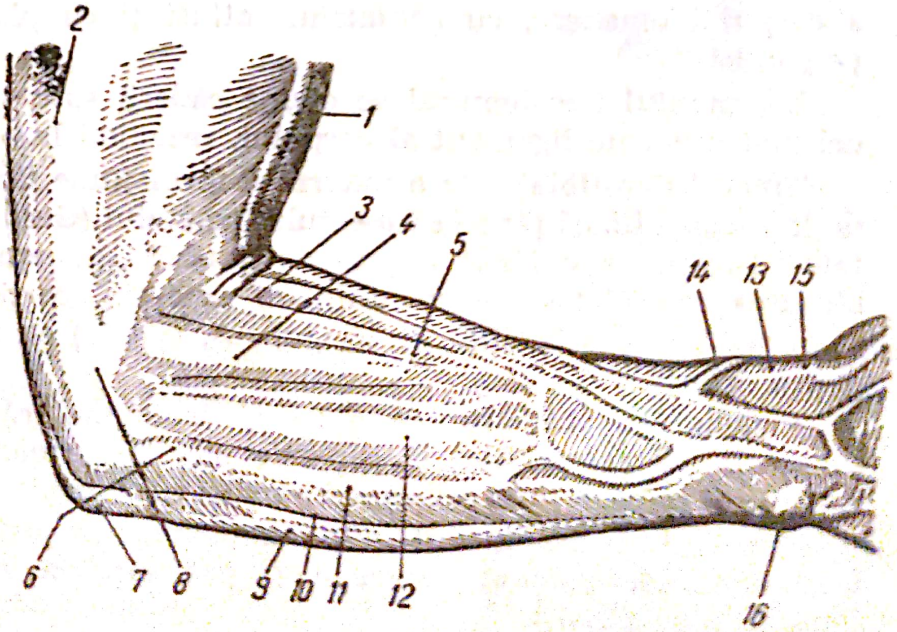
Fig. 175. Fața medială a brațului în abducție

1 — Mușchiul deltoid; *2* — Axila; *3* — Mușchiul biceps brahial; *4* — Fasciculul vasculo-nervos; *5* — Mușchiul coracobrahial; *6* — Mușchiul triceps brahial; *7* — Epicondilul medial al humerusului; *8* — Mușchii epitrochleeni; *9* — Mușchiul brahial anterior; *10* — Vena cefalică; *11* — Extensorii radiali ai carpului.

Pe fața ventrală a antebrațului se pot evidenția și delimita o serie de reliefuri musculare și tendinoase (fig. 176), iar pe fața dorsală, reliefurile musculo-tendinoase ale extensorilor pumnului și degetelor.

Fig. 176 Anatomia pe viu a antebrațului în flexie la cot și semipronație — (Lanz și Wachsmuth)

1 — Mușchiul biceps brahii; *2* — Mușchiul triceps brahii; *3* — Mușchiul brahio-radialis; *4* — Mușchiul lung extensor radial al corpului; *5* — Mușchiul scurt extensor radial al carpului; *6* — Mușchiul anconeus; *7* — Olecranul; *8* — Epicondilul lateral; *9* — Mușchiul flexor carpi ulnaris; *10* — Creasta posterioară a ulnei; *11* — Mușchiul extensor carpi ulnaris; *12* — Mușchiul extensor comun al degetelor; *13* — Mușchiul extensor scurt al policelui; *14* — Mușchiul lung abductor al policelui; *15* — Apofiza stiloidă radială; *16* — Apofiza stiloidă ulnară.



Mîna poate fi explorată amănunțit mai ales pe fața dorsală, unde reliefurile osoase, articulare și tendinoase se găsesc direct sub piele. Fața ventrală este mai greu de explorat, fiind acoperită de aponevroza palmară. Mai important de precizat sînt traectul tendoanelor, al ligamentelor și al tecilor sinoviale la nivelul regiunii carpiene, al palmei cît și al degetelor descrise în capitolul precedent.

MEMBRUL INFERIOR (PELVIN)

Cuprinde *centura pelvină* (bazinul) care leagă membrul inferior liber de scheletul axial. Spre deosebire de membrul superior, centura pelvină nu prezintă mobilitate decît împreună cu coloana vertebrală.

Membrul inferior liber cuprinde:

Coapsa, care prezintă o față ventrală și una dorsală; una medială și alta laterală.

Genunchiul, cu o față ventrală și una dorsală.

Gamba, cu o față ventrală, una dorsală, una laterală și una medială.

Glezna, cu o față maleolară externă și una internă.

Piciorul, cu o față dorsală și una plantară.

•

Musculatura membrului inferior este mai voluminoasă și mai puternică decît cea a membrului superior; aceasta se datorește faptului că asigură atît susținerea greutății întregului corp, cît și locomoția.

Pe lîngă musculatură, un rol important în asigurarea poziției verticale îl are și un aparat ligamentar special, mult dezvoltat la om în comparație cu patrupedele. Acest aparat ligamentar este format din: tractul ileotibial (fig. 177), ligamentul ileo-femural (fig. 178) și aponevroza plantară (fig. 179). Musculatura și aceste ligamente asigură poziția verticală a corpului omenesc, cu genunchii întinși și cu plantele perpendiculare pe gambă.

Ligamentul ileo-femural se opune căderii spre spate a corpului; este cel mai puternic ligament al corpului, rezistînd la o tracțiune de 350 kg.

Tractul ileo-tibial este o puternică formațiune fibroasă care se întinde de la creasta iliacă pînă la tuberculul tractului (Gerdy) situat pe tuberozitatea externă a epifizei proximale a tibiei. El contribuie la fixarea și blocarea articulației genunchiului în extensie, participînd activ în mers și în realizarea atitudinii pe loc repaus, (șoldie) cu mare economie energetică (Floru).

Aponevroza plantară are o formă triunghiulară și se întinde de la tuberozitatea calcaneului la capetele metatarsienelor. Prin rezistența sa are un rol important în menținerea boltei plantare.

Musculatura membrului pelvin se dispune în jurul scheletului, putînd fi evidențiată, palpată în parte și precizată cu creion dermatografic (mușchi superficiali).

Scanned with OKEN Scanner

Fața ventrală

La coapsă se pot evidenția în poziție verticală relieful mușchiului cvadriceps femural și al croitorului (fig. 177). În partea medială a coapsei se găsește masa mușchilor adductori. Prin flexia coapsei pe bazin și rotație externă se evidențiază în partea anterioară și superioară a coapsei fosa ileo-pectinee, în care se poate palpa artera femurală și ganglionii limfatici din triunghiul Scarpa.

Pe fața externă a coapsei se vede depresiunea tractului ileo-tibial, situată sub creasta iliacă. În această depresiune se poate palpa mușchiul fesier mijlociu.

La genunchi se palpează ventral rotula și tendonul rotulian, dorsal se vede, se palpează și se pot înscrie detaliile *gropii poplitee* (fig. 178). Această depresiune are o formă rombică, fiind delimitată superior de mușchii ischiogambieri, iar inferior de mușchii gemeni. În profunzimea ei se poate palpa artera poplitee. În mișcarea de flexie a genunchiului, groapa poplitee este înlocuită de o cută transversală, plica poplitee.

La gambă sînt vizibili la inspecție și accesibili la palpare mușchii anteroexterni, iar la gleznă, — tendoanele acestora care proemină în mișcările de flexie dorsală a labei piciorului.

La picior se pot palpa tendoanele extensorilor lungi ai degetelor și mușchiul extensor scurt (pediosul).

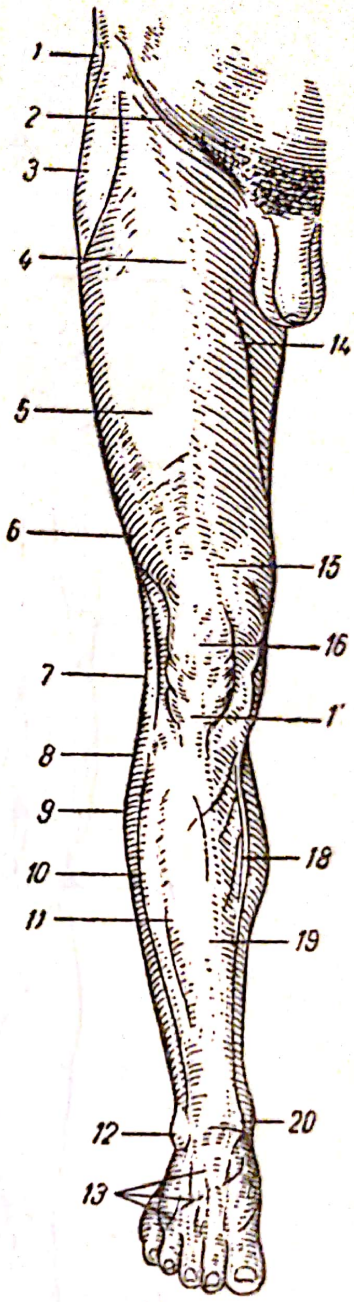


Fig. 177. Reliefurile musculare ale membrului inferior (vedere anterioară)

1 — Spina iliaca anterior superior; *2* — Plica inguinalis; *3* — M. tensor fasciae latae; *4* — M. sartorius; *5* — M. rectus femoris; *6* — M. vastus lateralis; *7* — Tendo m. bicipitis femoris; *8* — Caput fibulae; *9* — M. gastrocnemius (caput laterale); *10* — M. extensor digitorum lungus; *11* — M. tibialis anterior; *12* — Malleolus lateralis; *13* — Tendines m. extensoris digitorum lungi; *14* — Mm. adductores; *15* — M. vastus medialis; *16* — Patella; *17* — Lig. patellae; *18* — M. gastrocnemius (caput mediale); *19* — Margo anterior; *20* — Malleolus medialis.

Fața dorsală

Prezintă cranial masa mușchiului fesier mare, care poate fi delimitată precis în poziție verticală cu genunchiul întins (fig. 179).

La coapsă se observă în cele două treimi superioare masa întrunită a mușchilor ischiogambieri, iar în treimea inferioară triunghiul superior al depresiunii poplitee. El este delimitat lateral de tendonul bicepsului femural, iar medial — de tendonul semitendinosului și masa musculară a semimembranosului.

Scanned with OKEN Scanner

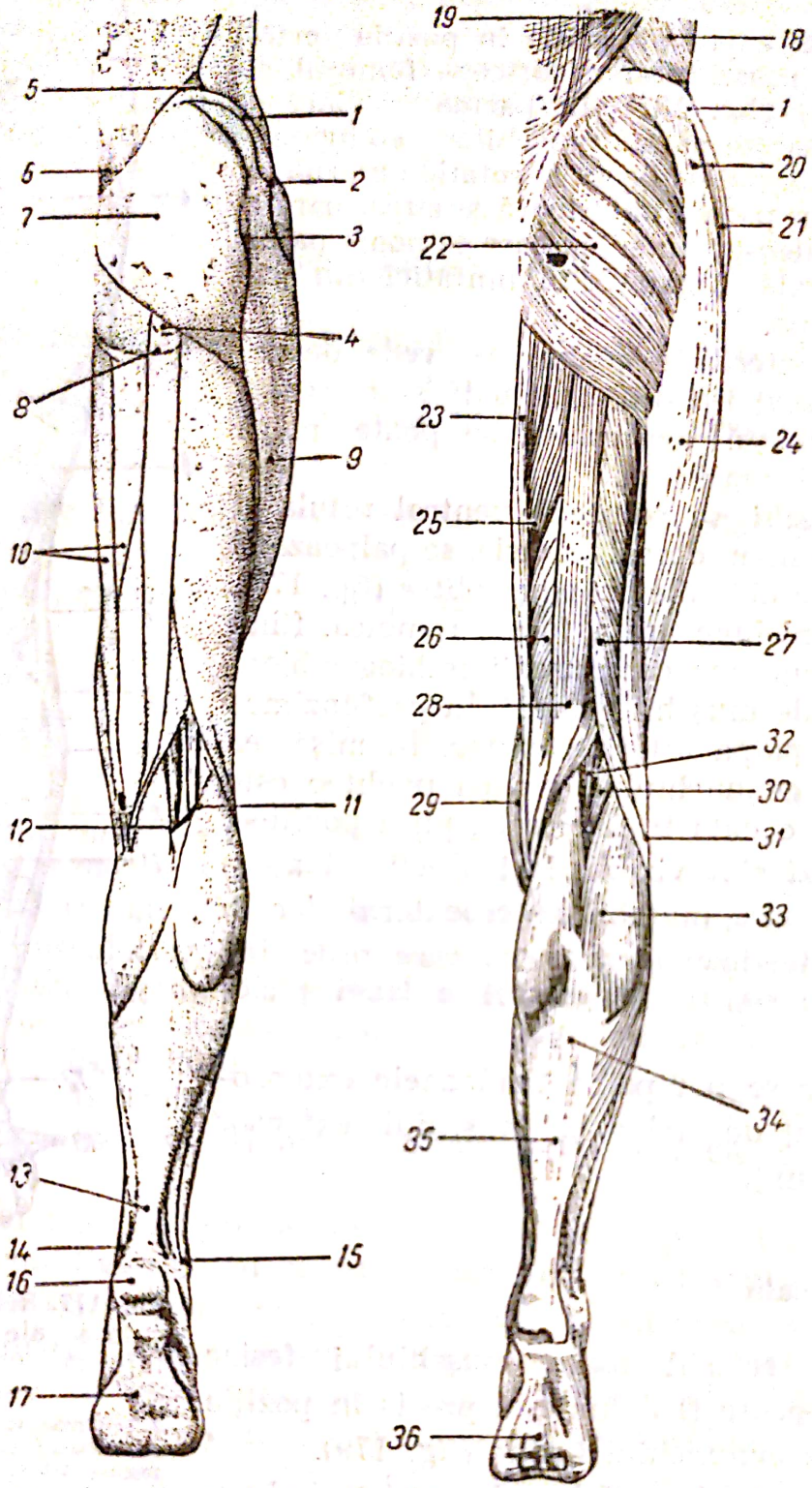


Fig. 178. Anatomia pe viu a reliefurilor musculare de pe fața dorsală a membrului pelvin. (Lanz și Wachsmuth)

1 — Crista iliacă; *2* — Punctum coxae; *3* — Fosa retrotrocanterice; *4* — Tuberozitatea ischietică; *5* — Punctum supracristale; *6* — Sacrum; *7* — Glutaeus maximus; *8* — Plica gluteală; *9* — Tractul ileotibial; *10* — Mușchi aductori; *11* — Fasciculul vascular nervos popliteu; *12* — Proeminența poplitee; *13* — Tendonul lui Achile; *14* — Maleola tibială; *15* — Maleola fiburară; *16* — Calcaneul; *17* — Planta; *18* — Mușchiul oblic extern; *19* — Mușchiul latissimus dorsi; *20* — Mușchiul glutaeus medius; *21* — Mușchiul tensor fasciae latae; *22* — Mușchiul glutaeus maximus; *23* — Mușchiul gracilis; *24* — Tractul ileo-tibial; *25* — Mușchiul adductor magnus; *26* — Mușchiul semimembranosus; *27* — Mușchiul biceps femoris; *28* — Mușchiul semitendinosus; *29* — Mușchiul sartorius; *30* — Mușchiul popliteus; *31* — Capul fibulei; *32* — Groapa poplitee; *33* — Mușchii gemeni; *34* — Mușchiul soleus; *35* — Tendonul lui Achile; *36* — Aponevroza plantară.

Scanned with OKEN Scanner

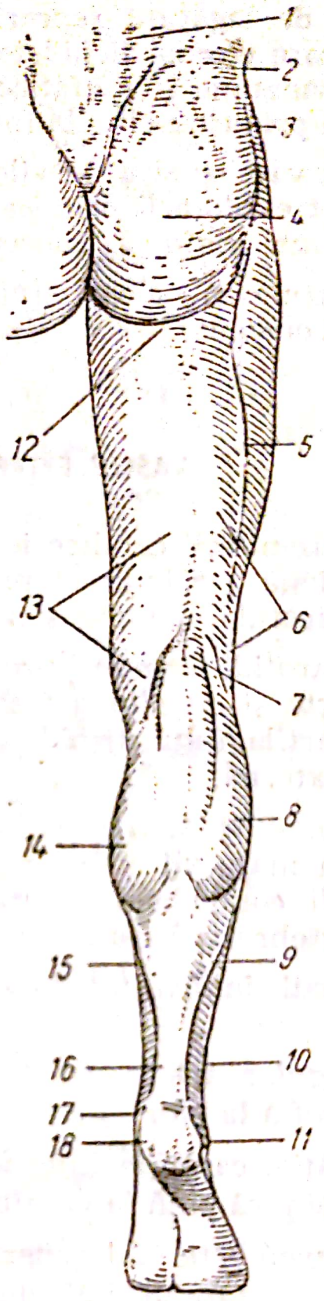


Fig. 179. Reliefurile musculare ale membrului inferior (vedere posterioară)

1 — M. sacrospinalis; *2* — Crista iliaca; *3* — M. gluteus medius; *4* — M. gluteus maximus; *5* — M. vastus lateralis; *6* — M. biceps femoris; *7* — Fossa poplitea; *8* — M. gastrocnemius (caput laterale); *9* — M. soleus; *10* — Mm. peronaei; *11* — Malleolus lateralis; *12* — Plica glutealis; *13* — M. semimembranosus; *14* — M. gastrocnemius (caput mediale); *15* — M. soleus; *16* — Tendo calcaneus (Achillis); *17* — Malleolus medialis; *18* — Calcaneus.

La gambă se observă relieful celor doi gemeni — lateral și medial — care ocupă jumătatea superioară, continuîndu-se cu tendonul lui Achile pînă la tuberozitatea calcaneului.

La plantă se pot palpa numai detalii osoase — calcaneul și capetele metatarsienelor.

ANATOMIA PE VIU A PRINCIPALELOR VASE

Vasele sanguine constituie împreună cu nervii periferici organe ale aparatului de transport.

Vasele vehiculează energia chimică, iar nervii influxul nervos. Aceste căi de transport servesc procesul de integrare a organismului viu în mediul exterior, din care se procură energia necesară întreținerii vieții.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste căi de legătură reprezintă fie canale de calibre și structuri diferite, prin care circulă lichidele mediului intern, sîngele și limfa, respectiv vasele sanguine și limfatice, fie cordoane pline de culoare sidefie, care sînt nervii prin care circulă influxul nervos.

Prezentarea vaselor și a nervilor privește în primul rînd formațiunile accesibile direct explorării prin palpare și proiectării la suprafața corpului pentru cele mai profunde, inaccesibile la palpare.

În cele ce urmează ne vom referi numai la vasele sau nervii principali ai corpului omenesc.

VASELE EXTREMITĂȚII CEFALICE

Arterele extremității cefalice ies din arcul aortic, fie direct prin carotida comună stîngă, fie indirect prin trunchiul brahio-cefalic drept, care se bifurcă în carotida comună și subclavia dreaptă (fig. 180, 181).

Cele două carotide comune urcă spre craniu străbătînd regiunea cervicală, de o parte și de alta a traheei și laringelui. La nivelul marginei superioare a cartilagiului tiroid, ele se bifurcă fiecare într-o carotidă internă și una externă.

Carotidele comune se pot palpa în tot lungul șanțului jugular, pe toată întinderea marginii interne a mușchiului sterno-cleido-mastoidian. Fiecare poate fi comprimată digital pe tuberculul anterior al apofizei transverse a vertebrei a VI-a cervicale.

Acest tubercul indică totodată și limita inferioară a laringelui și faringelui.

În șanțul jugular artera carotidă este flancată de vena jugulară internă (care se umflă la efortul fizic) și nervul vag.

După bifurcație, carotida internă devine profundă, nu se poate palpa și nu dă nici o ramură pînă la craniu.

Carotida externă este mai superficială și dă numeroase ramuri pentru mușchii și viscerele capului și gîtului. Dintre acestea se pot palpa:

— *artera temporală superficială* — în șanțul preauricular;

— *artera facială* — pe mandibulă, la marginea anterioară a mușchiului maseter;

— *artera occipitală* — lateral de protuberanța occipitală externă (inion);

— *artera retroauriculară*, pe fața externă a apofizei mastoide, înapoia pavilionului urechii.

În afară de vena jugulară internă descrisă mai sus, mai poate fi evidențiată *vena jugulară externă*, care coboară de la gonion pînă la jumătatea claviculei, unde se varsă în vena subclavie.

Scanned with OKEN Scanner

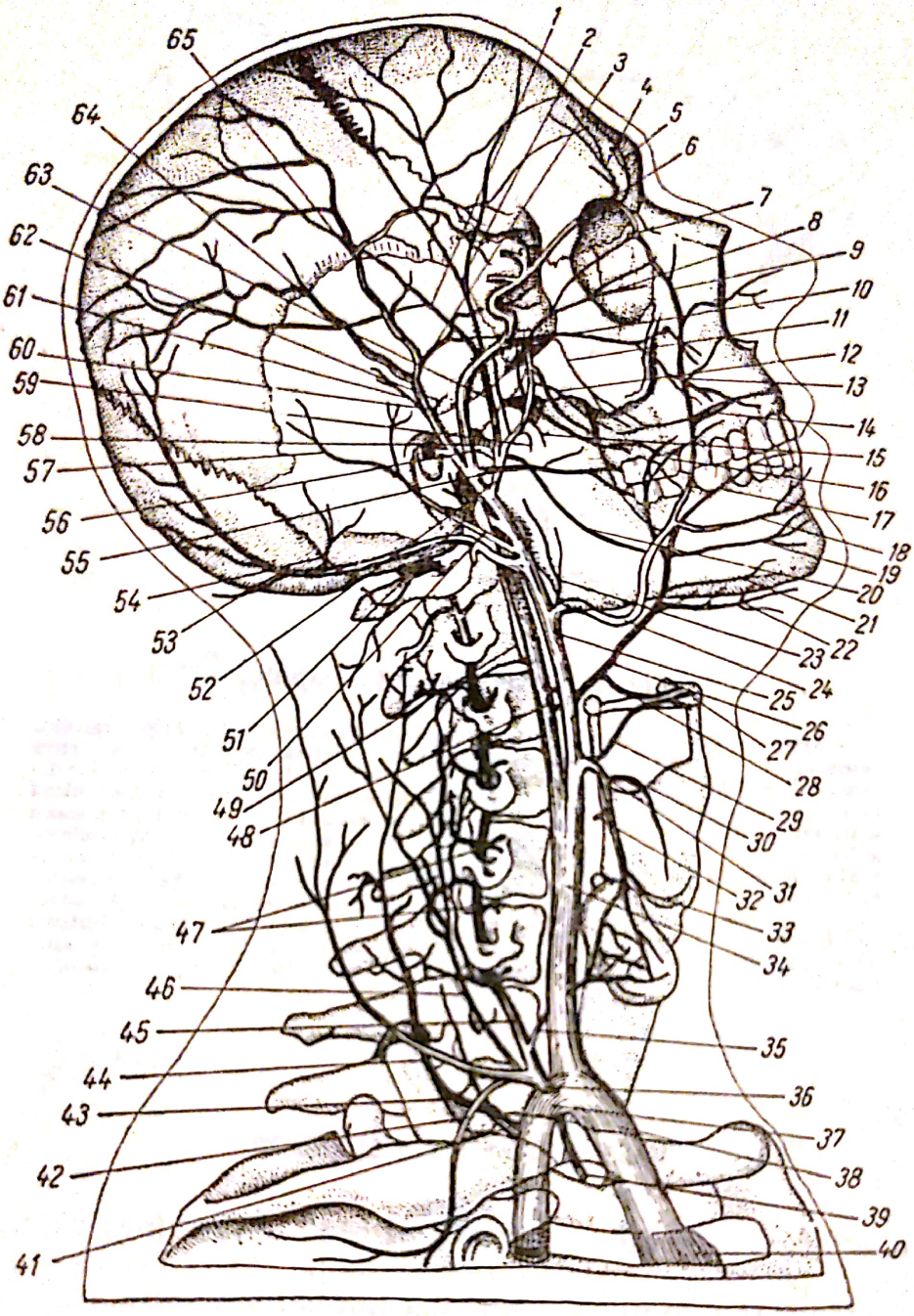


Fig. 180. Arterele capului și gîtului.

1 — R. parietalis; *2* — R. frontalis; *3* — A. zygomaticoorbitalis; *4* — A. supraorbitalis; *5* — A. supratrochlearis; *6* — A. ophthalmica; *7* — A. dorsalis nasi; *8* — A. sphenopalatina; *9* — A. angularis; *10* — A. unfraorbitalis; *11* — A. alveolaris superior posterior; *12* — A. buccalis; *13* — A. alveolaris superior anterior; *14* — A. labialis superior; *15* — Rr. pterygoidei; *16* — Rr. dorsales linguae; *17* — A. profunda linguae; *18* — A. labialis inferior; *19* — A. mentalis; *20* — A. alveolaris inferior; *21* — A. sublingualis; *22* — A. submentalis; *23* — A. palatina ascendens; *24* — A. facialis; *25* — A. carotis externa; *26* — A. lingualis; *27* — Os hyoideum; *28* — R. suprahyoideus; *29* — R. infrahyoideus; *30* — A. laryngea superior; *31* — A. thyroidea superior; *32* — R. sternocleidomastoideus; *33* — R. cricothyroideus; *34* — A. carotis communis; *35* — A. thyroidea inferior; *36* — Truncus thyrocervicalis; *37* — A. subclavia; *38* — Truncus brachiocephalicus; *39* — A. thoracica interna; *40* — Arcus aortae; *41* — Truncus costocervicalis; *43* — A. suprascapularis; *43* — A. cervicalis profunda; *44* — R. superficialis; *45* — A. vertebralis; *46* — A. cervicalis ascendens; *47* — Rr. spinales; *48* — A. carotis interna; *49* — A. pharyngea ascendens; *50* — A. auricularis posterior; *51* — A. stylomastoidea; *52* — A. maxillaris; *53* — A. occipitalis; *54* — R. mastoideus; *55* — A. transversa faciei; *56* — A. auricularis profunda; *57* — R. occipitalis; *58* — A. tympanica anterior; *59* — A. masseterica; *60* — A. temporalis superficialis; *61* — R. auricularis anterior; *62* — A. temporalis media; *63* — A. meningea media; *64* — R. parietalis; *65* — R. frontalis.

Scanned with OKEN Scanner

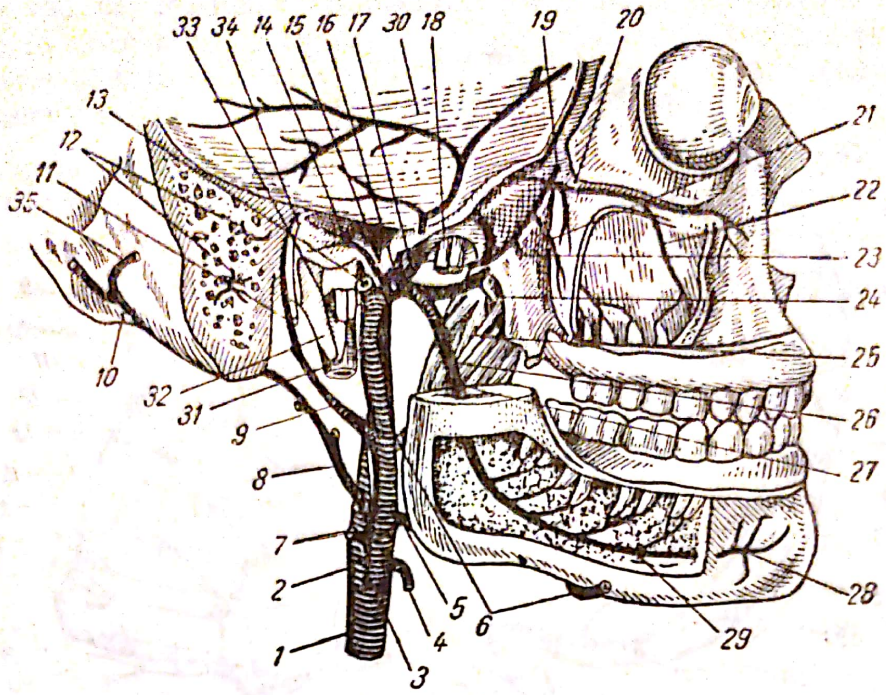


Fig. 181. Vascularizaţia capului

1 — Artera carotidă comună; *2* — Artera carotidă internă; *3* — Artera carotidă externă; *4* — Artera tiroidiană superioară; *5* — Artera linguală; *6* — Artera facială; *7* — Artera sternocleido-mastoidiană; *8* şi *10* — Artera occipitală; *9* — Artera auriculară posterioară; *11* — Artera stilo mastoidiană; *12* — ramura mastoidiană a arterei occipitale; *13* — Artera temporală superficială; *14* — Artera timpanică anterioară; *15* — Artera carotidă internă; *16* — A. maxilară; *17* — A. meningee medie; *18* — A. mandibulară; *19* — A. temporală profundă; *20* şi *22* — A. alveolară superioară; *21* — A. alveolară posterioară; *23* — A. pterigoidiană posterioară; *24* — A. pterigoidiană medie; *25* — muşchiul pterigoidian medial; *26* — A. alveolară inferioară; *27* — A. milohioidiană; *28* — A. mentală; *29* — ramuri dentare; *30* — dura mater encefalică; *31* — Nervii vag, accesor şi glasofaringian; *32* — apofiza stiloidă; *33* — vena jugulară internă; *34* — nervul facial; *35* — artera occipitală.

VASELE MEMBRULUI SUPERIOR

Artera subclavie ţine de la originea sa pînă la marginea externă a primei coaste. Ea poate fi palpată prin presiune pe coasta I-a, în unghiul format de claviculă şi marginea externă a muşchiului sterno-cleido-mastoidian. Presiunea digitală puternică la acest nivel poate salva viaţa în cazul lezării arterei subclavie care produce de regulă hemoragii extrem de abundente. Artera subclavie este însoţită de vena satelită, care este situată ventral, fiind despărţită de arteră prin muşchiul scalen anterior.

Artera axilară continuă artera subclavie de la marginea externă a primei coaste pînă la marginea inferioară a muşchiului rotund mare, unde devine arteră brahială.

Artera axilară este aşezată în regiunea numită *axilă*, care are o formă piramidală cu vîrful în sus spre claviculă, iar baza la nivelul tegumentului întins către marginea inferioară a muşchiului pectoral mare şi marele dorsal.

Scanned with OKEN Scanner

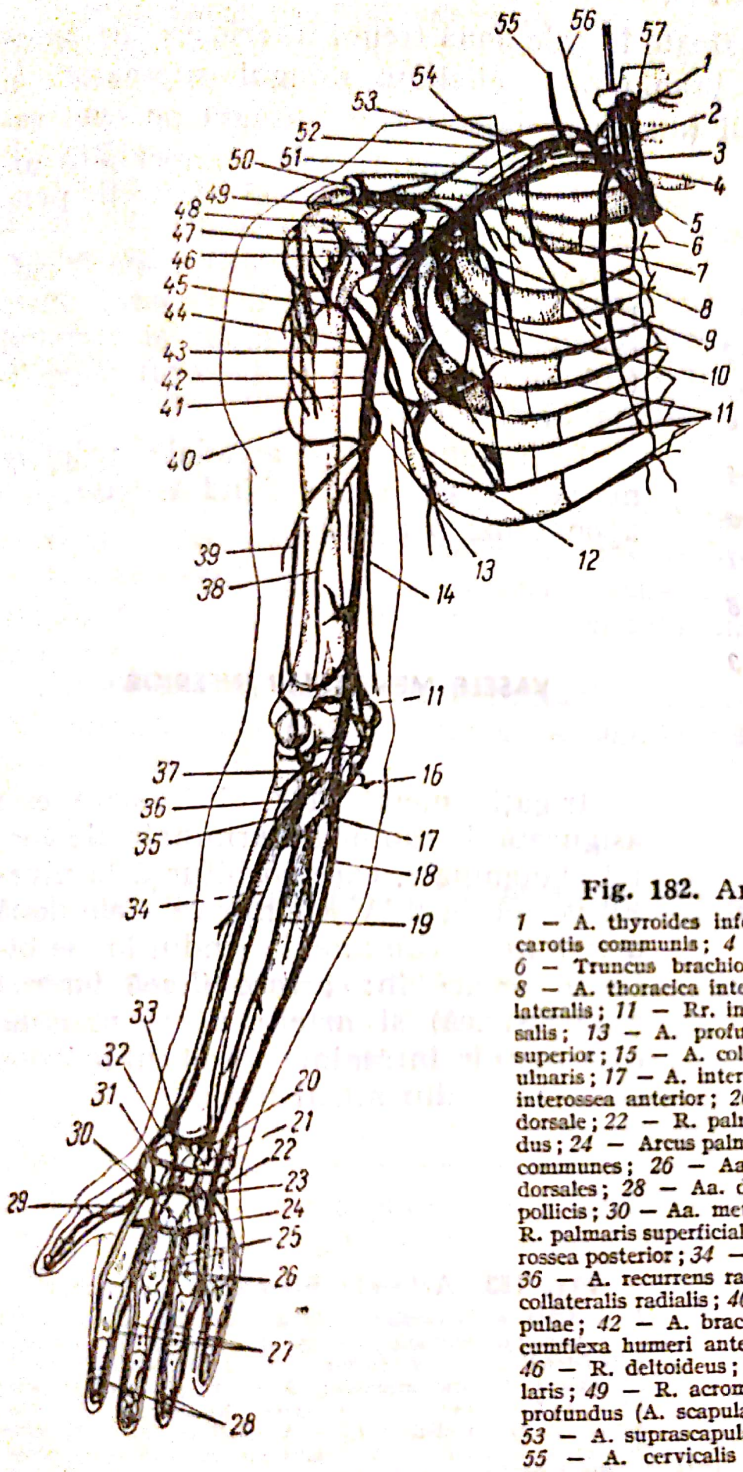


Fig. 182. Arterele membrului superior

1 — A. thyroides inferior; *2* — Truncus thyrocervicalis; *3* — A. carotis communis; *4* — Truncus costocervicalis; *5.* A. subclavia; *6* — Truncus brachiocephalicus; *7* — A. intercostalis suprema; *8* — A. thoracica interna; *9* — R. pectoralis; *10* — A. thoracica lateralis; *11* — Rr. intercostales anteriores; *12* — A. thoracodorsalis; *13* — A. profunda brachii; *14* — A. collateralis ulnaris superior; *15* — A. collateralis ulnaris inferior; *16* — A. recurrens ulnaris; *17* — A. interossea communis; *18* — A. ulnaris; *19* — A interossea anterior; *20* — R. carpeus palmaris; *21* — Rete carp dorsale; *22* — R. palmaris profundus; *23* — Arcus palmaris profundus; *24* — Arcus palmaris superficialis; *25* — Aa. digitales palmares communes; *26* — Aa. metacarpeae dorsales; *27* — Aa. digitales dorsales; *28* — Aa. digitales palmares proprii; *29* — A. princeps pollicis; *30* — Aa. metacarpeae palmares; *31* — R. carpeus dorsalis R. palmaris superficialis; *32* — R. carpeus palmaris; *33* — A. interossea posterior; *34* — A. interossea recurrens; *35* — A. radialis; *36* — A. recurrens radialis; *38* — A. collateralis media; *39* — A. collateralis radialis; *40* — Anastomoza; *41* — A. circumflexa scapulae; *42* — A. brachialis; *43* — A. subscapularis; *44* — A. circumflexa humeri anterior; *45* — A. circumflexa humeri posterior; *46* — R. deltoideus; *47* — A. thoracoacromialis; *48* — A. axillaris; *49* — R. acromialis; *50* — A. thoracica suprema; *51* — R. profundus (A. scapularis descendens); *52* — A. transversa colli; *53* — A. suprascapularis; *54* — R. superficialis (A. cerv. superf.); *55* — A. cervicalis profunda; *56* — A. cervicalis ascendens; *57* — A. vertebralis.

Se proiectează pe tegument, pe o linie paralelă cu marginea anterioară a mușchiului deltoid. Se poate palpa pe acest traiect.

Artera brahială (humerală) continuă artera axilară, parcurge brațul și se termină la trei laturi de deget sub plica cotului, bifurcîndu-se în artera radială și ulnară. Pe tot traiectul său este însoțită de două vene satelite.

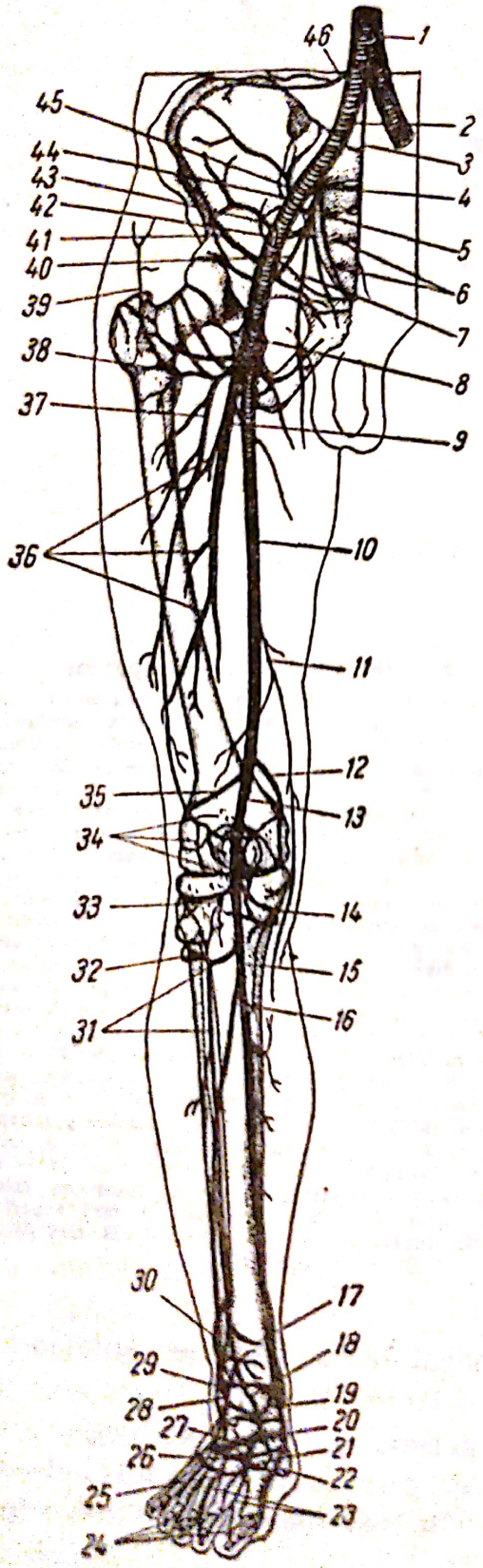
Scanned with OKEN Scanner

Artera brahială poate fi palpată pe faţa internă a humerusului.

Artera radială poate fi palpată în cele două treimi inferioare ale antebraţului, între tendoanele brahio-stilo-radialului (lungul supinator) şi flexorului radial al carpului (marele palmar). Fiind situată pe osul radius, ea poate fi uşor comprimată digital, acesta fiind şi locul de elecţie pentru palparea pulsului radial.

Artera cubitală (ulnară) poate fi palpată tot în treimea inferioară, între tendoanele flexorului ulnar al corpului (cubitalul anterior) şi flexorul superficial al degetelor.

La nivelul mîinii arcadale palmare nu pot fi explorate fiind situate sub aponevroza palmară.



VASELE MEMBRULUI INFERIOR

Irigaţia membrelor inferioare este asigurată de ramurile terminale ale aortei abdominale, care se bifurcă la nivelul vertebrei a IV-a lombare. Cele două *artere iliace comune*, la rîndul lor se bifurcă fiecare în: *artera iliacă internă* (hipogastrică) şi *artera iliacă externă*, care irigă în întregime membrul inferior şi organele din micul bazin.

Fig. 183. Arterele membrului inferior

1 — Aorta abdominalis; *2* — A. iliaca communis dextra; *3* — A. sacralis mediana; *4* — A. iliaca interna; *5* — A. sacralis lateralis; *6* — Aa. spinales; *7* — A. obturatoria; *8* — A. circumflexa femoris medialis; *9* — A. profunda femoris; *10* — A. femoralis; *11* — A. genus descendens; *12* — A. genus superior medialis; *13* — A. poplitea; *14* — A. genus inferior medialis; *15* — A. tibialis posterior; *16* — A. peronea (fibularis); *17* — A. malleolaris anterior medialis; *18* — A. dorsalis pedis; *19* — R. malleolaris medialis; *20* — A. tarsea medialis; *21* — R. plantaris profundus; *22* — A. plantaris medialis; *23* — Aa. metatarseae dorsales; *24* — Aa. digitales dorsales; *25* — Arcus plantaris; *26* — A. plantaris lateralis; *27* — A. arcuata; *28* — R. malleolaris lateralis; *29* — A. tarsea lateralis; *30* — A. malleolaris anterior lateralis; *31* — A. tibialis anterior; *32* — A. recurrens tibialis anterior; *33* — A. genus inferior lateralis; *34* — Rete articulare genus; *35* — A. genus superior lateralis; *36* — Aa. perforantes; *37* — R. descendens; *38* — A. circumflexa femoris lateralis; *39* — R. ascendens; *40* — A. glutea inferior; *41* — A. circumflexa ilium profunda; *42* — A. epigastrica inferior; *43* — A. glutea superior; *44* — A. iliaca externa; *45* — A. iliolumbalis; *46* — A. lumbalis IV.

Scanned with OKEN Scanner

Ramurile arterei iliace interne nu sînt accesibile palpării.

Artera iliacă externă continuă direcţia arterei iliace comune, trece pe sub ligamentul inghinal şi ia numele de arteră femurală.

Linia de proiecţie a arterei iliace externe este situată pe dreapta care uneşte jumătatea liniei care leagă spina iliacă antero-superioară de spina iliacă antero-inferioară şi ombilic.

Artera femurală se întinde de la ligamentul inghinal pînă la canalul Hunter situat în treimea inferioară a coapsei, cînd artera devine posterioară şi ia numele de *arteră poplitee.*

Artera femorală se poate palpa imediat sub ligamentul inghinal, în triunghiul Scarpa. La acest nivel se pot face şi compresii digitale pentru intervenţie de urgenţă în caz de leziuni ale arterei femurale.

Artera poplitee se găseşte posterior de articulaţia genunchiului, în rombul popliteu. Ea se poate palpa prin presiune profundă, cu condiţia ca genunchiul să fie în genuflexie.

Artera tibială anterioară, ramură a arterei poplitee, nu se poate palpa decît în partea sa inferioară, la nivelul liniei intermaleolare.

Artera pedioasă continuă artera tibială anterioară, situîndu-se pe faţa dorsală a piciorului, unde poate fi palpată, între tendoanele extensorilor degetelor.

Artera tibială posterioară, ramură a arterei poplitee, se găseşte profund situată între muşchii dorsali ai gambei; se palpează în şanţul retromaleolar medial.

ANATOMIA PE VIU A PRINCIPALILOR NERVI PERIFERICI

Sistemul nervos periferic, continuarea sistemului nervos central (encefal şi măduva spinării) este alcătuit dintr-un ansamblu de cordoane pline, de grosime variabilă, *nervii,* care conţin atît fibre sensitive cît şi motorii, fiind în marea lor majoritate nervi micşti.

Nervii sînt *somatici* (ai vieţii de relaţie) sau *vegetativi* (ai organelor interne), simpatici şi parasimpatici.

Nervii se prezintă sub forma unor cordoane cilindrice albe, rezistente la tracţiune, pe traectul cărora apar mici proeminenţe reprezentate de ganglionii nervoşi somatici sau vegetativi.

În alcătuirea unui nerv intră fibre nervoase dispuse paralel şi separate prin ţesut conjunctiv; aceste fibre pot fi mielinice şi amielinice.

NERVII PERIFERICI

Schematic, din motive didactice, sistemul nervos al vieţii de relaţie poate fi considerat ca alcătuit din două categorii de nervi, după originea lor;

— *nervi cranieni,* care au originea la nivelul encefalului, traversează baza craniului, pentru ca apoi să ajungă la nivelul teritoriului lor de distribuţie; sînt 12 la număr, dintre care 3 sensitivi — I, II, VIII, 5 motori — III, IV, VI, XI, XII şi 4 micşti — V, IX şi X;

Scanned with OKEN Scanner

— *nervi spinali,* 31 la număr, au originea în măduva spinării, traversează găurile de conjugare intervertebrale, apoi se distribuie teritoriului lor aferent. Toţi nervii spinali sînt micşti, avînd o rădăcină anterioară motorie şi una sensitivă aşezată posterior, pe traectul căreia se găseşte ganglionul spinal.

Topografic, cele 31 perechi de nervi spinali sînt: 8 cervicali, 12 toracali, 5 lombari, 3 sacraţi şi unul coccigian.

După ieşirea din gaura de conjugare, fiecare nerv spinal se împarte în 4 ramuri: dorsală, ventrală, meningee şi comunicantă (formată din fibre vegetative).

Majoritatea ramurilor ventrale formează plexuri, după cum urmează:

— plexul cervical, format din: C_1, C_2, C_3, C_4;
— plexul brahial, format din: C_5, C_6, C_7, C_8 şi T_1;
— plexul lombar, format din: T_{12}, L_1, L_2, L_3, L_4;
— plexul sacrat, format din: L_5, S_1, S_2, S_3;
— plexul sacrococcigian: S_4, S_5.

Zece din nervii spinali toracici, de la T_2—T_{11} inclusiv nu formează plexuri şi se distribuie muşchilor şi tegumentelor intercostale.

Este deosebit de importantă explorarea nervilor periferici întrucît ei pot fi traumatizaţi şi lezaţi şi în accidentele care se pot întîmpla prin practicarea neraţională a educaţiei fizice şi sportului. De asemenea, nervii pot fi comprimaţi de fragmentele osoase în cazuri de fracturi. Consecutiv apar tulburări de motilitate sau sensibilitate în teritoriul nervului respectiv.

Dintre nervii periferici, numai o parte pot fi simţiţi la palpare, restul se pot proiecta pe tegumente.

Nervii cranieni (fig. 184).

Sînt greu accesibili la explorare prin palpare, fiind situaţi profund. Anumite ramuri şi porţiuni se pot palpa, după cum urmează:

— De la *nervul trigemen* se pot palpa (fig. 185):
— *nervul supraorbitar,* la mijlocul marginii superioare a orbitei;
— *nervul suborbitar,* idem în zona suborbitară;
— *nervul mentonier,* de o parte şi de alta a vîrfului bărbiei.

Nervul vag (pneumogastric) se află în regiunea profundă a gîtului, de o parte şi de alta a laringelui, formînd un fascicol cu artera carotidă şi vena jugulară. La acest nivel, fără a putea fi palpat, se fac compresiunile digitale pentru explorarea acţiunii vagului asupra ritmului cardiac. (Fig. 186).

Nervii spinali

Dintre nervii spinali sînt accesibile la palpare numai unele dintre ramurile anterioare, restul se pot numai proiecta pe tegumente.

Pot fi palpate sau proiectate următoarele ramuri:

Nervul frenic, deasupra claviculei, în foseta dintre cele două tendoane ale sterno-cleido-mastoidianului; acest nerv se poate numai proiecta;

Nervul median se poate proiecta şi palpa pe faţa ventrală a antebraţului, la jumătatea distanţei dintre cele două stiloide, radială şi ulnară.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 185. Schema nervului trigemen

1 — Ganglionul semilunar (Gasser); *2* — Nervul oftalmic; *3* — Nervul maxilar; *4* — Nervul mandibular; *5* — Nucleul sensitiv (solitar) al trigemenului; *6* — Nervul lingual; *7* — Ramuri motoare pentru mușchii masticatori.

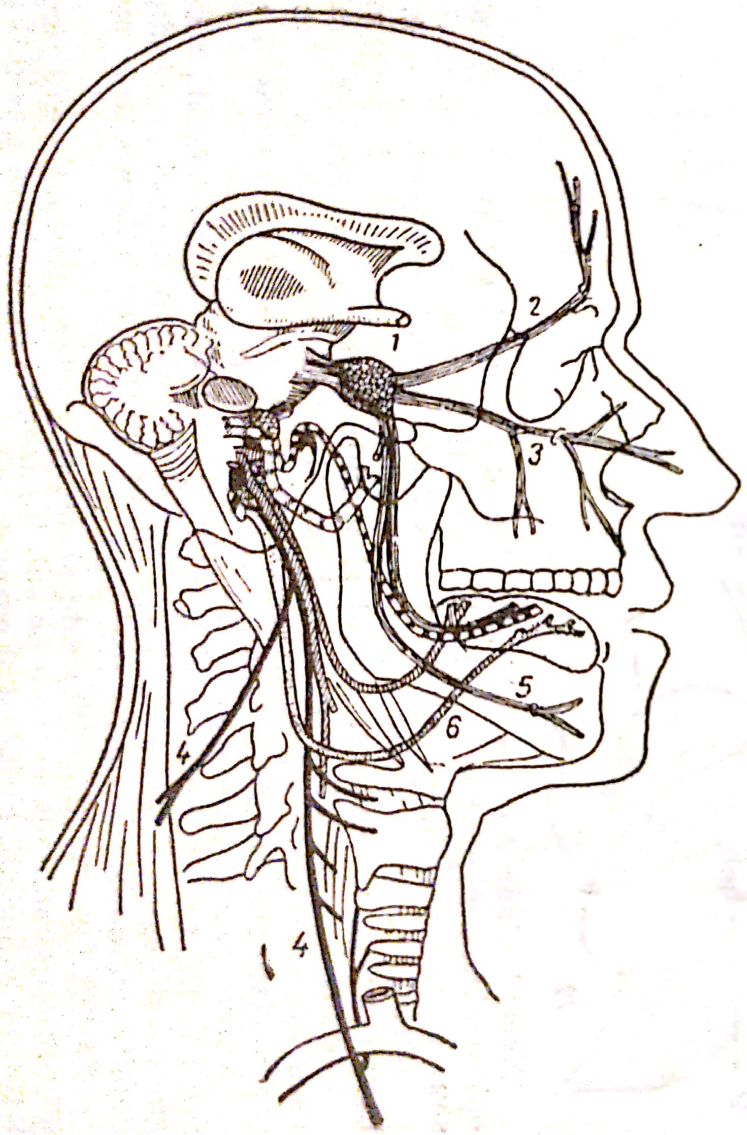
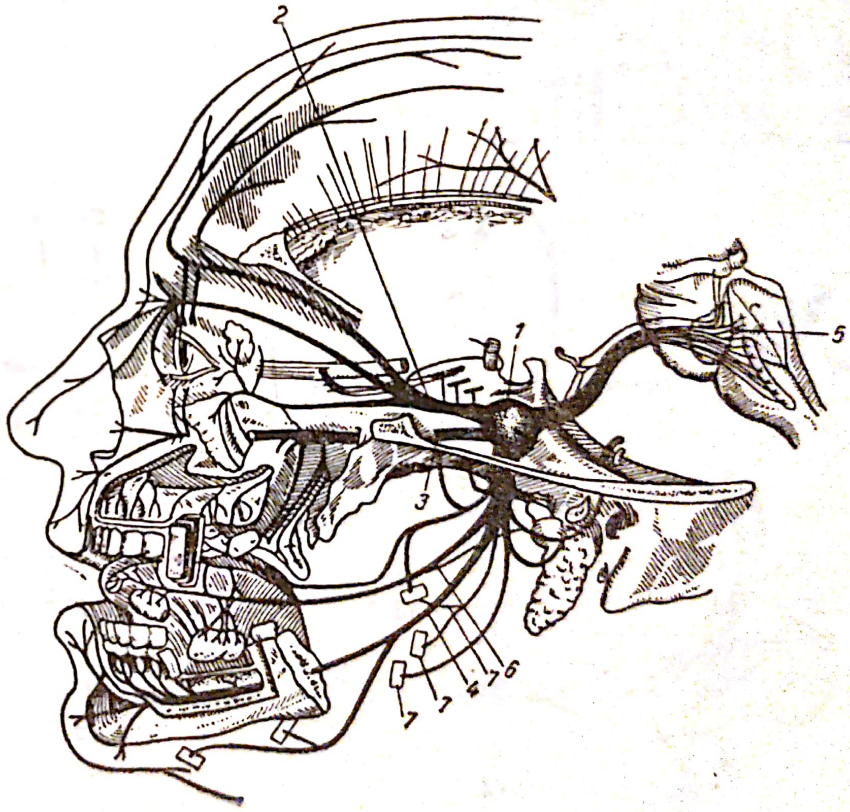


Fig. 184. Schema nervilor cranieni ai feței și gîtului

1 — nervul trigemen (ganglionul lui Gasser); *2* — nervul supraorbitar; *3* — nervul suborbitar; *4* — Nervul accesor (spinal); *5* — Nervul mandibular; *6* — Nervul hipoglos.



Scanned with OKEN Scanner

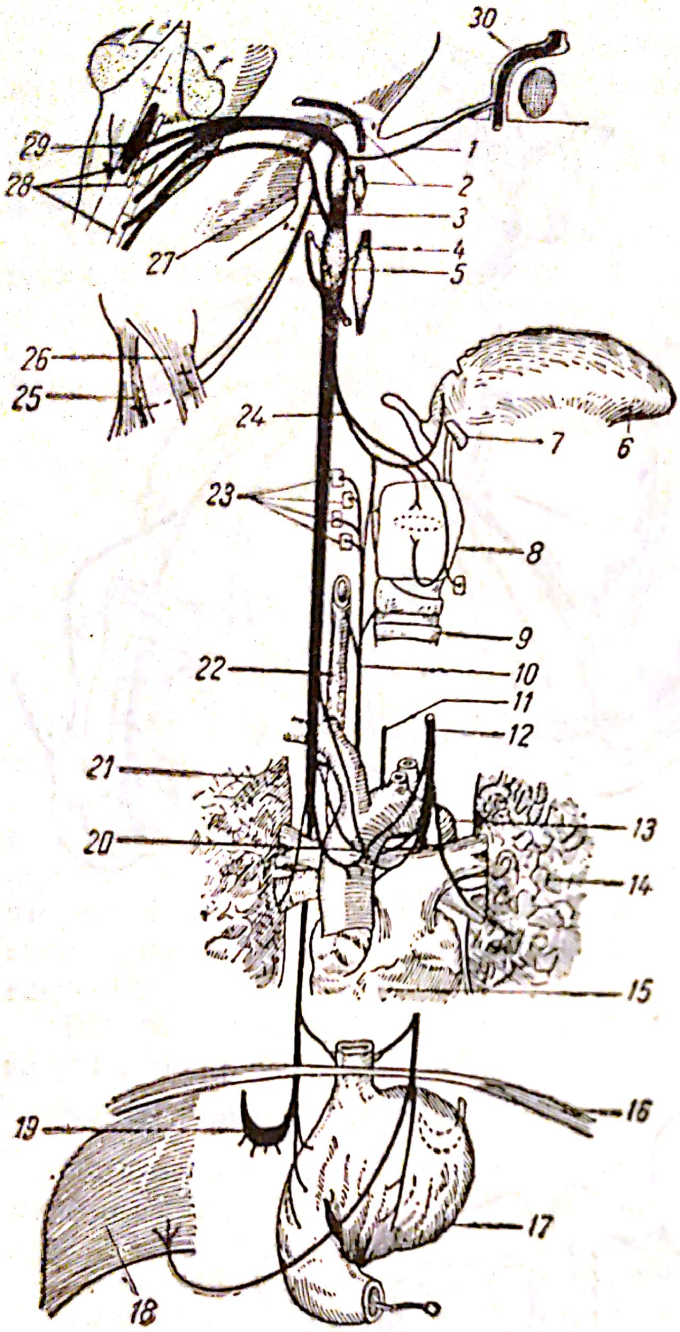


Fig. 186. Schema nervului vag (pneumogastric)

1 — Anastomoza vagului cu facialul; *2* — Nervul glasofaringian; *3* — Nervul spinal (accesor); *4* — Ramură anastomatică cu nervul hipoglos; *5* — Ramură comunicată cu simpaticul; *6* — Limba; *7* — Osul hyoid; *8* — Laringele; *9* — Trachee; *10* — Nervul recurent drept; *11* — Nervul recurent sting; *12* — Nervul vag sting; *13* — Artera aortă; *14* — Pulmon; *15* — Inima; *16* — Diafragma; *17* — Stomacul; *18* — Ficatul; *19* — Ganglionul semilunar drept; *20* — Ganglion cardiac; *21* — Plămîn drept; *22* — Esofagul; *23* — Ramificații ale nervului laringeu inferior; *24* — Nervul laringeu superior; *25* — Mușchiul trapez; *26* — Mușchiul sterno-cleido-mastoidian; *27* — Nervul accesor; *28* — Nucleul ambigu; *29* — Nucleul dorsal al vagului; *30* — Nervul facial.

Nervul ulnar este palpabil, dînd senzația unui cordon dur în șanțul epitrochlean, imediat sub piele. El poate fi ușor traumatizat în loviturile sau căderile pe cot, în fracturile de cubitus și epitrochlee (fig. 187).

Nervul radial se poate palpa în profunzimea șanțului de torsiune al humerusului, între vastul lateral și vastul medial al tricepsului brahial.

Nervii intercostali se găsesc și pot fi proiectați în șanțul subcostal; vecinătatea cu pleura și coastele determină dese leziuni ale acestor nervi, manifestate sub formă de dureri și senzație de arsură.

Nervul femuro-cutan se poate proiecta pe fața antero-laterală a coapsei; asigură sensibilitatea acestei regiuni, precum și a unei părți din tegumentul regiunii fesiere. Iritația lui produce o nevralgie foarte rebelă numită *nevralgie parestezică* (W. R o t h).

Nervul femural (fig. 188) este situat în partea ventrală a coapsei, ca un cordon voluminos ce trece pe sub ligamentul inghinal; el poate fi proiectat pe tegumentul ventral al coapsei, în partea mijlocie.

Scanned with OKEN Scanner

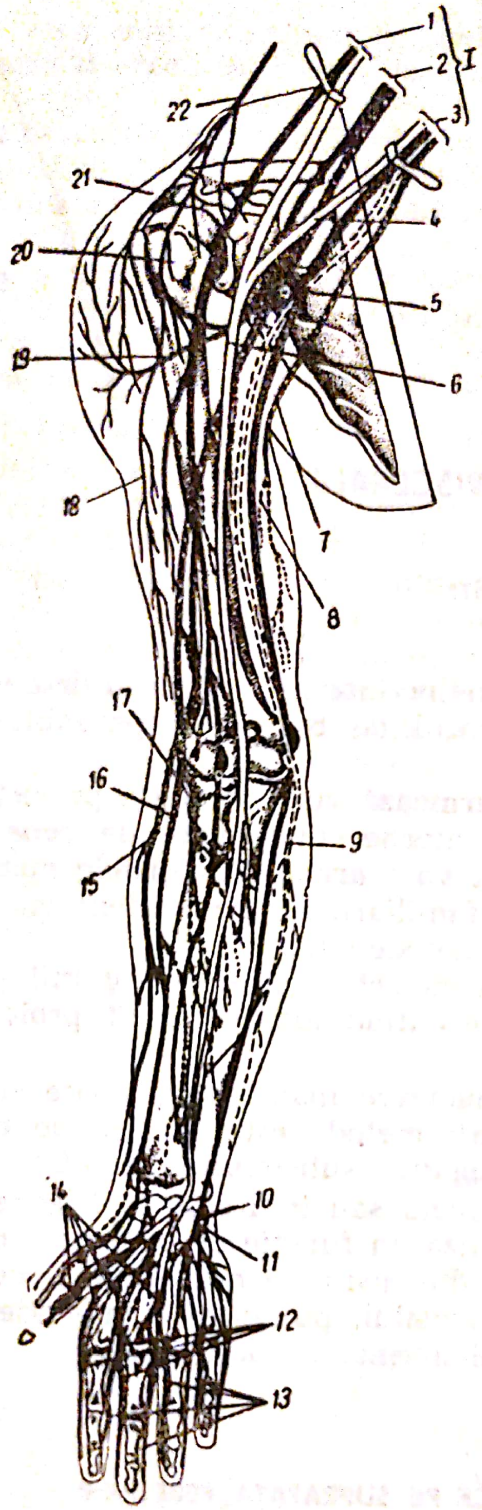


Fig. 187. Nervii extremității superioare

1 — Fasciculus lateralis; *2* — Fasciculus posterior; *3* — Fasciculus medialis; — Plexus brachialis; *4* — Radix medialis n. mediani; *5* — N. radialis; *6* — N. medianus; *7* — N. cutaneus brachii medialis; *8* — N. ulnaris; *9* — N. cutaneus antebrachii medialis; *10* — R. superficialis n. ulnaris; *11* — R. profundus n. ulnaris; *12* — Nn. digitales dorsales; *13* — Nn. digitales palmares proprii; *14* — Nn. digitales palmares communes; *15* — N. cutaneus antebrachii lateralis; *16* — R. superficialis n. radialis; *17* — R. profundus n. radialis; *18* — N. cutaneus brachii lateralis; *19* — N. axillaris; *20* — N. musculocutaneus; *21* — Radix lateralis n. mediani; *22* — Nn. supraclaviculares laterales.

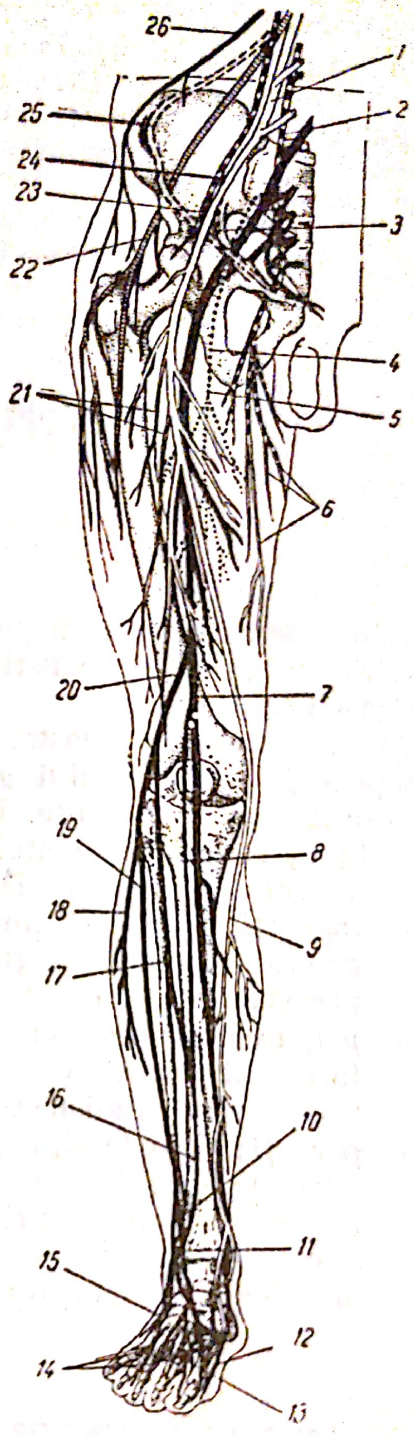


Fig. 188. Nervii extremității inferioare

1 — N. femoralis; *2* — N. obturatorius; *3* — R. genitalis (or n. genitofemoralis); *4* — N. ischiaticus; *5* — R. cutaneus femoris posterior; *6* — Rr. cutanei n. obturatorii; *7* — N. tibialis; *8* — N. cutaneus surae medialis; *9* — N. saphenus; *10* — N. cutaneus dorsalis medialis; *11* — N. cutaneus dorsalis intermedius; *12* — N. plantaris medialis; *13* — N. plantaris lateralis; *14* — Nn. digitales dorsales pedis; *15* — N. cutaneus dorsalis lateralis; *16* — N. suralis; *17* — N. cutaneus surae lateralis; *18* — N. peroneus (fibularis) superficialis; *19* — N. peroneus (fibularis) profundus; *20* — N. peroneus (fibularis) communis; *21* — Rr. cutanes anteriores; *22* — N. cutaneus femoris lateralis; *23* — R. femoralis (or n. genitofemoralis); *24* — N. genitofemoralis; *25* — N. ilioinguinalis; *26* — N. iliohypogastricus.

Scanned with OKEN Scanner

Nervul marele sciatic este cel mai lung și mai voluminos nerv din corpul omului. Situat în partea posterioară a coapsei, el poate fi proiectat pe tegumente în regiunea mijlocie.

Nervul sciatic popliteu extern, ramură terminală a marelui sciatic, se găsește în partea posterioară a gambei, sub piele și gîtul fibulei, unde poate fi palpat cu ușurință ca un cordon fibros dur, ce rulează sub degete.

Restul ramurilor nervului mare sciatic fiind profunde, nu pot fi palpate, ci numai proiectate pe tegumente (fig. 188).

DIOPTROGRAFIA VISCERALĂ

GENERALITĂȚI

Cunoașterea explorării pe viu a organelor interne este de o deosebită semnificație practică, constituind elementul de bază, indispensabil investigației sportive.

Avînd în vedere aceasta, în cele ce urmează vom prezenta proiecțiile la suprafața tegumentului a organelor interne, în funcție de reperele osteo-musculare cunoscute. De asemenea vom arăta principalele metode utilizate în cadrul examenului obiectiv familiarizînd pe student cu explorarea organelor interne. Dintre aceste metode citățm:

— *inspecția* constînd din examinarea cu ochiul liber a regiunii organului cercetat, regiunea nereprezentînd altceva decît proiecția precisă a viscerului respectiv;

— *palparea:* cu ajutorul a diferite manevre manuale se poate simți forma și poziția viscerului cercetat; metoda este extrem de prețioasă fiind indispensabilă investigației subiectului cercetat;

— *percuția:* constă din ciocănirea directă sau indirectă a diferitelor zone ale corpului uman, poate furniza, în funcție de sunetele auzite, date valoroase privind forma, dimensiunile organului cercetat și consistența sa comparativ cu normalul, punîndu-se în evidență modificările survenite de la planul normal de organizare.

PROIECȚIA ORGANELOR INTRATORACICE PE SUPRAFAȚA PEREȚILOR TORACELUI*

Cușca toracică („cavum thoracis") este cavitatea superioară a trunchiului, cuprinsă între cele două deschideri toracice, cranială și caudală, închisă inferior de diafragmă și superior de formațiile anatomice ale bazei gîtului, cu pereții alcătuiți ventral de stern, ventro-lateral de cele 12 perechi de coaste și de mușchii intercostali și dorsal de cele 12 ver-

* După R. Robacki — Îndreptar de anatomie pe viu, Ed. Ramuri, 1976.

Scanned with OKEN Scanner

tebre ale coloanei vertebrale toracale, acoperită de mușchii erectori ai trunchiului. În cușca toracică se găsesc organele aparatului respirator, inima și vasele mari, timusul și esofagul, dispuse în trei regiuni topografice: regiunile pleuro-pulmonare dreaptă și stîngă („cavum pleurae") și regiunea mediastinală, situată între ele. La rîndul său mediastinul este subîmpărțit printr-un plan frontal convențional, care trece prin bifurcația traheei, într-un mediastin anterior și altul posterior. Mediastinul anterior sau ventral cuprinde două etaje, cranial sau timic și caudal sau cardio-pericardic. Mediastinului dorsal i se pot descrie de asemeni două etaje: cranial sau traheal și caudal sau infratraheal.

Proiecția pericardului (fig. 189). La suprafața peretelui sterno-costal pericardul se proiectează folosind următoarele repere: deoparte și alta a sternului, la depărtare de circa 1 cm de marginile acestuia se marchează cîte un punct în spațiul I intercostal (deasupra și lateral de unghiul Louis. Apoi se va însemna capătul sternal al spațiului al V-lea intercostal drept și bătăile vîrfului inimii, vizibile în spațiul al V-lea intercostal stîng, pe linia medio-claviculară, la 10 cm depărtare de linia medio-sternală. Se unesc apoi prin două linii convexe spre în afară punctele marcate în dreapta și în stînga și printr-o linie curbă a cărei convexitate să fie apropierea furcii sternului (incizurii jugulare). Se unesc capetele liniilor craniale și punctele caudale menționate, mai sus, situate în spațiul al V-lea intercostal drept și cel stîng obținîndu-se o arie neregulatpatrulateră, cu laturile curbe.

Proiecția inimii. Privind pieziș împotriva luminii fața anterioară a toracelui, sub mamelonul stîng, se observă pulsațiile vîrfului inimii, care sînt transmise peretelui toracal în timpul sistolei (șocul apexian). Aces-

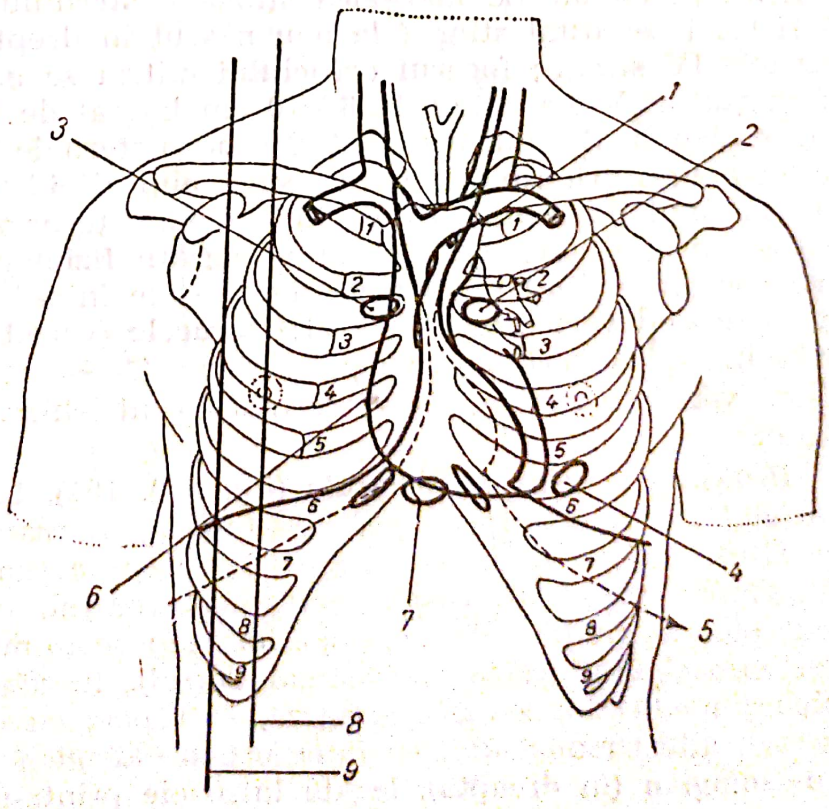


Fig. 189. Topografia toraco-pericardică și focarele de auscultație ale cordului

1 — Articulația sterno-clavicula-ră; *2* — Focarul de ausculatație al arterei pulmonare; *3* — Focarul de auscultație al aortei; *4* — Focarul de auscultație al orificiului mitral; *5* — Proiecția sinusului costo-mediastinal anterior; *6* — Proiecția pericardului; *7* — Focarul de auscultație al orificiului tricuspid; *8* — Linea mamilaris (medioclaviculari); *9* — Linea axilară anterioară.

Scanned with OKEN Scanner

ta se proiectează în spațiul al V-lea intercostal stîng, pe linia medio-claviculară (sau mamelonară). Proiecția variază cu vîrsta, tipul constituțional, diversele modificări funcționale sau în anumite stări patologice. Astfel la copii șocul apexian este perceptibil în spațiul al IV-lea intercostal stîng, puțin în afara liniei medio-claviculare. La bătrîni șocul apexian, în urma coborîrii generale a viscerelor și deci și a inimii, șocul apexian se percepe în spațiul al VI-lea intercostal stîng. Aria cardiacă se proiectează pe peretele anterior al toracelui în suprafața cuprinsă între liniile curbe ce unesc la dreapta spațiul al II-lea intercostal (capătul său sternal) și articulația condrosternală a V-a, iar în stînga capătul sternal al spațiului al II-lea intercostal stîng și punctul care marchează șocul apexian.

Proiecția orificiilor inimii. Orificiul atrio-ventricular drept (tricuspid), care este cel mai anterior, se proiectează la nivelul sternului în dreptul articulației cartilagiului costal al V-lea drept, cu sternul atingînd linia mediosternală. Orificiul atrio-ventricular stîng (mitral) se proiectează în dreptul extremității sternale a spațiului intercostal al III-lea stîng, pe linia care unește acest spațiu cu articulația cartilagiului costal al V-lea drept cu sternul. Orificiul aortic se proiectează înapoia marginii stîngi a sternului, în dreptul celui de al III-lea cartilagiu costal stîng, iar orificiul arterei pulmonare se proiectează înapoia marginii stîngi a sternului, pe o linie oblică ce prelungește înainte marginea superioară a coastei a III-a stîngi. Proiecția orificiilor nu corespunde însă locului de ascultație, cu maximă eficiență, a zgomotelor cardiace.

Aceste focare de ascultație se găsesc: pentru orificiul aortic în spațiul al II-lea intercostal drept, la marginea sternului (la noul născut pe linia mediosternală în dreptul spațiului al III-lea intercostal); pentru orificiul pulmonar pe marginea stîngă a sternului, în dreptul spațiului al II-lea intercostal stîng (la nou născut în dreptul articulației condrosternale IV stîngi); focarul orificiului mitral se găsește la vîrful inimii, în spațiul al V-lea, stîng, la 8—10 cm lateral de linia mediosternală (la nou născut în dreptul articulației condro-sternale a IV-a stîngi) și focarul orificiului tricuspid la baza apendicelui xifoid (la nou născut în dreptul spațiului intercostal IV pe linia medio-sternală). Proiecțiile anterioare ale cordului sînt supuse multor variații fiziologice și patologice, mult mai constante fiind raporturile dorsale ale inimii cu coloana vertebrală, corespunzînd vertebrelor IV—VIII toracele (vertebrele cardiace G i a c o m i n i): T_4 = vertebra supracardiacă; T_5 = vertebra infundibulară; T_6 = vertebra atrială; T_7 = vertebra ventriculară; T_8 = vertebra apexiană.

Proiecția sinusurilor pleurale (fig. 190, 191). La locurile unde pleura parietală, care căptușește peretele toracic, se răsfrînge de pe un perete pe altul, deci își schimbă direcția, iau naștere fundurile de sac pleurale (sinusurile pleurale): costo-mediastinal ventral, costo-diafragmatic, domul pleural (fundul de sac superior) sau costo-mediastinal superior și vertebro-pleural (costo-mediastinal dorsal). În afară de aceste sinusuri, pleura mediastinală mai formează, în raport cu organele mediastinului dorsal, alte funduri de sac: interaortico-esofagian (în stînga) și interazigo-esofagian (în dreapta), legate între ele printr-un ligament interpleu-

Scanned with OKEN Scanner

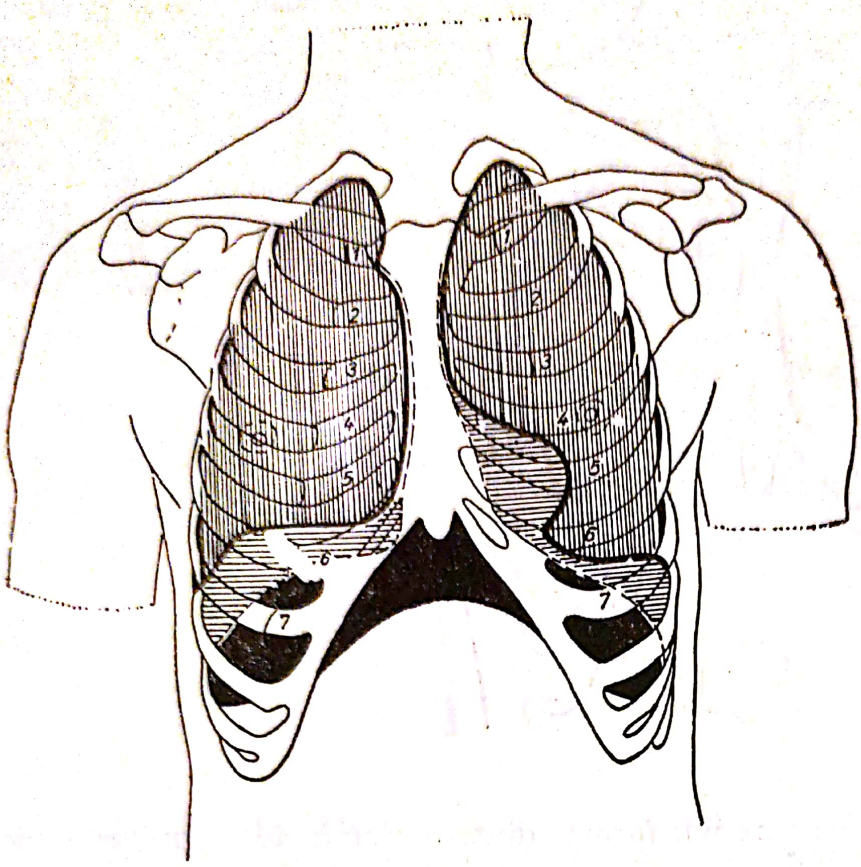


Fig. 190. Topografia toraco-pleuro-pulmonară ventrală — coastele sînt numerotate. (după R. Robacki)

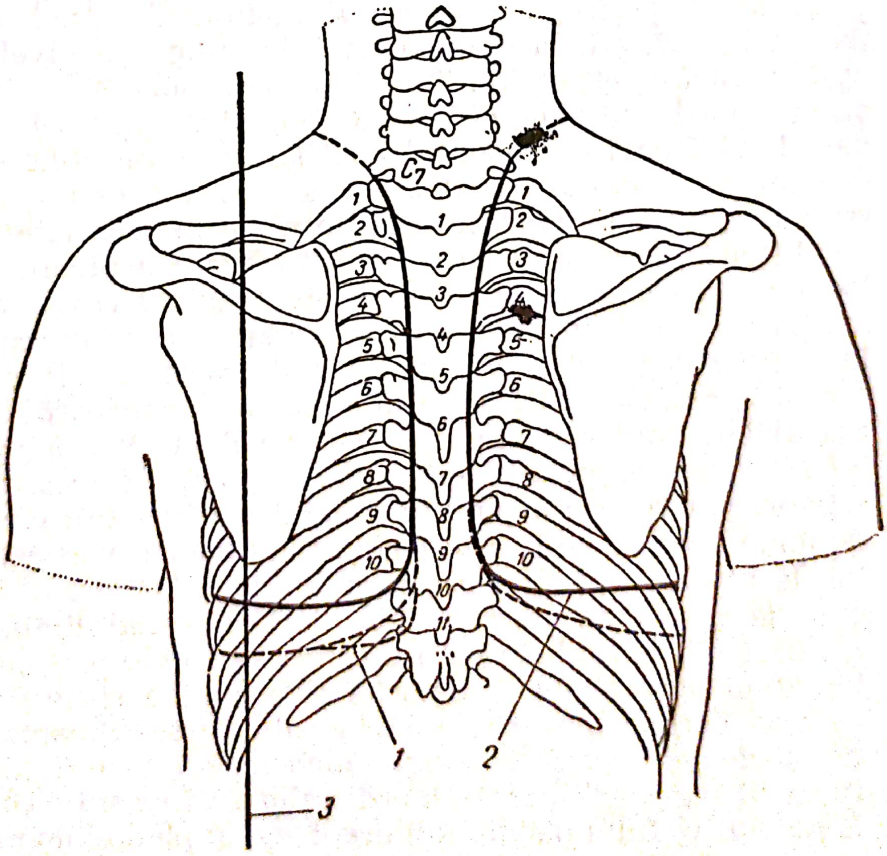


Fig. 191. Topografia toraco-pulmonară dorsală

1 — Proiecția sinusului costomediastinal posterior; *2* — Proiecția pulmonilor; *3* — Linea scapularis.

Scanned with OKEN Scanner

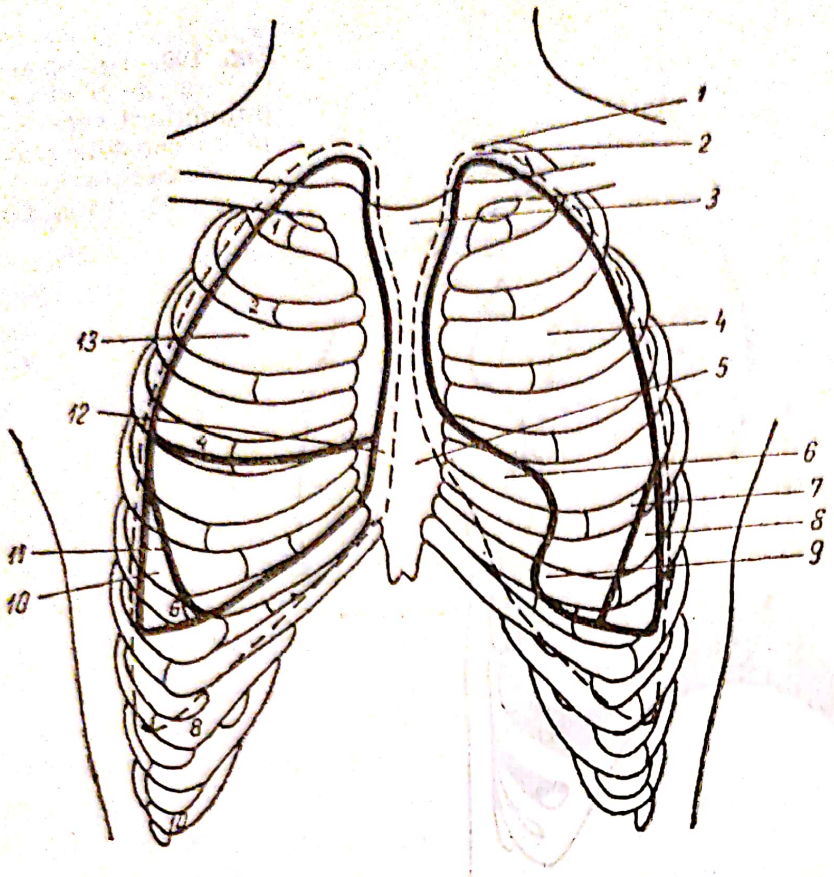


Fig. 192. Topografia pleuro-pulmonară (vedere ventrală)
1 — Fundul de sac pleural apical; *2* — Vîrful pulmonului; *3* — Mamulariul sternal; *4* — Lobul superior al plămînului stîng; *5* — Corpul sternului; *6* — Fundul de sac pleuro-pericardic; *7* — Scizura pulmonului stîng; *8* — Lobul inferior al plămînului stîng; *9* — Langheta pulmonară precordială; *10* — Lobul inferior al plămînului drept; *11* — Scizura inferioară dreaptă; *12* — Sinus pleuro-mediastinal drept; *13* — Lobul superior al plămînului drept.

ral (descris de Morozow), format dintr-o lamă de țesut conjunctiv dispusă în plan frontal.

Linia de proiecție a sinusului costo-mediastinal ventral pe peretele toracic începe, atît la dreapta cît și la stînga, la nivelul articulației sterno-claviculare respective. De aci coboară oblic spre medial pînă aproape de linia mediosternală, pe care o atinge înapoia unghiului manubrio-sternal al lui Louis, coborînd apoi strîns unite oblic spre stînga pînă în dreptul cartilagiului costal al IV-lea, fără a depăși marginea stîngă a sternului, unde se îndepărtează între ele în sens lateral, urmînd o direcție diferită. În dreapta linia de răsfrîngere a pleurei coboară oblic spre locul de unire al celui de al VI-lea cartilaj costal cu sternul. De aici începe proiecția sinusului costo-diafragmatic drept, care coboară oblic în lungul cartilagiului al VI-lea, întretaie coasta a VII-a pe linia medio-claviculară, coasta a VIII-a, pe linia axilară anterioară, coasta a IX-a pe linia axilară mijlocie, coasta a X-a pe linia axilară posterioară, coasta a XI-a pe linia scapulară, apoi marginea superioară a coastei a XII-a către capătul său vertebral pînă în dreptul apofizei transverse a vertebrei T_{12}, de unde urcă sinusul costo-mediastinal dorsal, vertical, pînă la baza gîtului, la nivelul vertebrei cervicale a VII-a. De aici se va reflecta anterior pînă la articulația sterno-claviculară, formînd limita medială a benzii Krönig. Limita laterală a acesteia se obține prin percuție care dă naștere unui sunet timpanic datorită rezonanței aeriene a vîrfului plămînului. În mod normal banda Krönig din partea dreaptă este mai largă cu un lat de deget decît în stînga, unde are o lățime de două laturi de deget. În cazul îngustării acestei benzi trebuie să existe o modificare patologică la nivelul vîrfului plămînului drept sau al pleurei domului. În stînga, linia

Scanned with OKEN Scanner

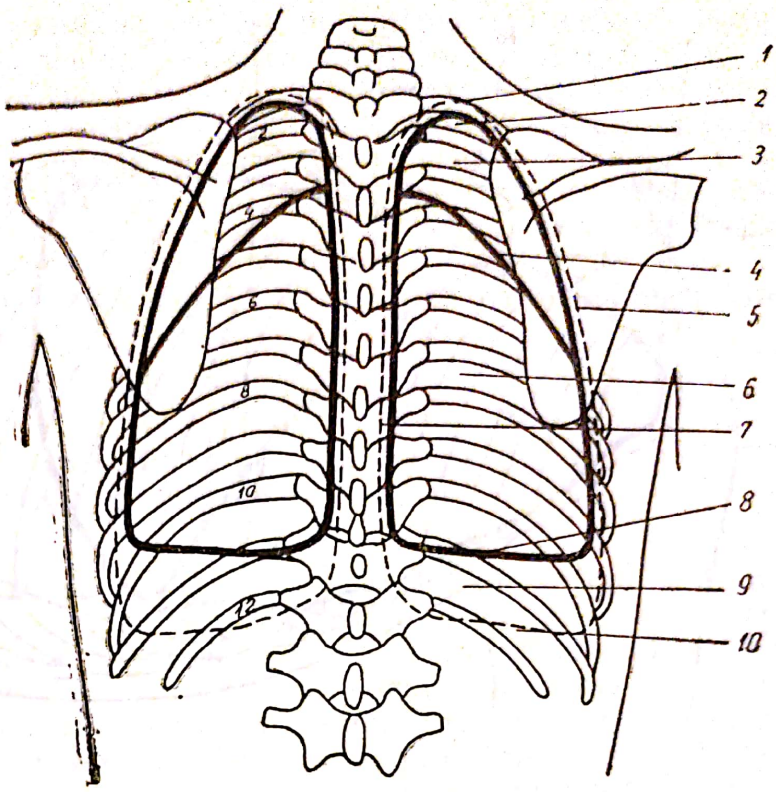


Fig. 193. Topografia pleuro-pulmonară (vedere dorsală)

1 — Fundul de sac pleural apical; *2* — Vîrful plămînului drept; *3* — Lobul superior al plămînului drept; *4* — Scizura interlobulară dreaptă superioară; *5*-Fund de sac pleuro-costal drept; *6* — Lobul inferior al plămînului drept; *7*— Sinus pleural costo-mediastinal drept; *8* — Marginea inferioară a plămînului drept; *9* — Sinus pleuro-costal inferior; *10* — Marginea inferioară a pleurei

de proiecţie se îndepărtează mai mult de stern, întretaie articulaţia condro-sternală a V-a şi se curbează în afară, ajungînd să intersecteze cartilagiul costal al VI-lea la unirea 1/3 medii cu 1/3 laterală. În continuare atinge coasta a VII-a pe linia medio-claviculară, devenind sinus costofrenic stîng, urmînd aceeaşi direcţie şi aceleaşi repere ca şi în dreapta. În felul acesta, extremitatea ventrală a spaţiilor intercostale V şi VI şi spaţiile VI şi VII rămîn necăptuşite de pleura hemitoracelui stîng (fig. 192—195).

Proiecţia plămînilor. În partea stîngă marginea anterioară a plămînului stîng prezintă o curbură mai accentuată, ajungînd să întretaie cartilagiul costal al VI-lea la jumătatea sa (incizura cardiacă). Proiecţia plămînului se face în continuare după o linie care întretaie coasta a VII-a pe linia axilară, coasta a IX-a pe linia scapulară, ajungînd dorsal şi urmînd o linie orizontală pînă la coasta a XI-a, în apropierea apofizei transverse a vertebrei toracale a XI-a. Liniile de proiecţie, dreaptă şi stîngă, descriu astfel îndărătul sternului o arie de forma unei clepsidre neacoperite de pleură: două triunghiuri unite la nivelul vîrfurilor lor prin alăturarea celor două pleure pe o distanţă de 4—5 cm şi orientate cu bazele cranial şi respectiv caudal. Triunghiul superior, timic, corespunde timusului (la adult ţesutului fibrogrăsos care ia locul celei mai mari părţi a glandei) şi triunghiul inferior, pericardic, care corespunde ariei în care pericardul vine în contact direct cu peretele sterno-costal, zonă de elecţie pentru puncţiile pericardice. Domul pleural depăşeşte apertura toracică superioară, ridicîndu-se la 2 cm deasupra claviculei şi la 4 cm deasupra primei coaste, ajungînd în apropierea planului vertebrei a VI-a cervicale (mai sus la dreapta decît la stînga). Din punct de vedere clinic, vîr-

Scanned with OKEN Scanner

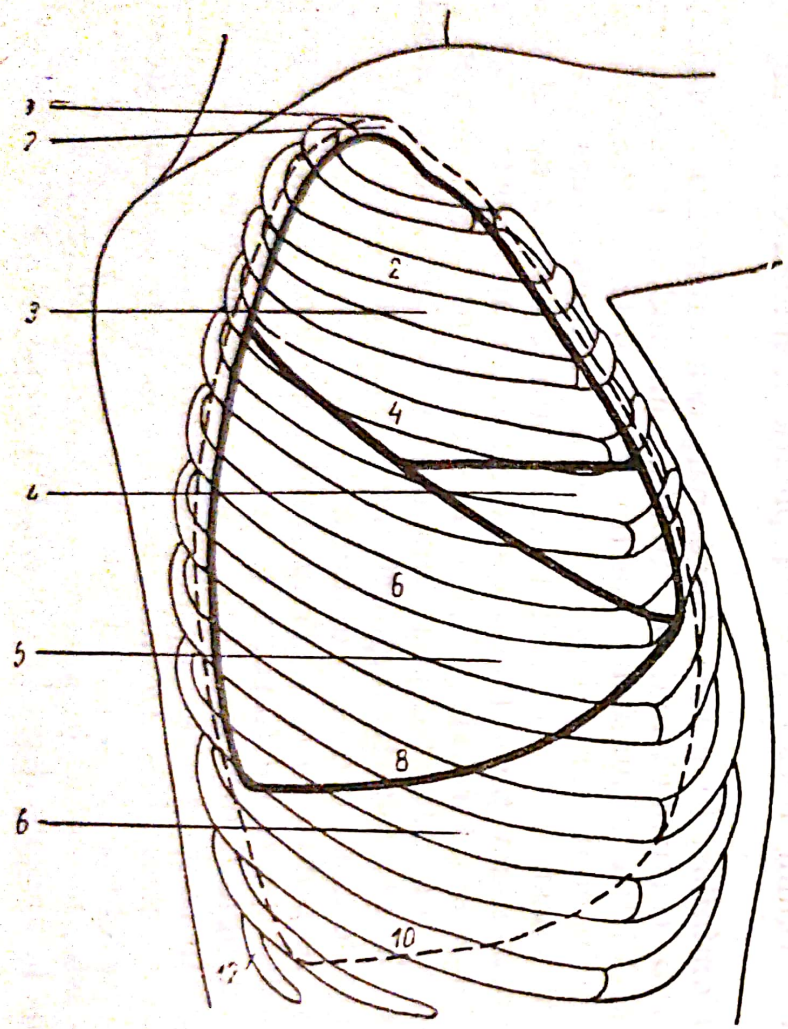


Fig. 194. Topografia pleuro-costală (pulmon drept)

1 — Apex pulmonis; *2* — Fund de sac al pleurei apicale; *3* — Spațiul *3* intercostal; *4* — *4*. coasta și spațiul 4 intercostal; *5*, *6* — Spații intercostale; *10* — fundul de sac pleurocostal anterior drept; *12* — coasta XII-a.

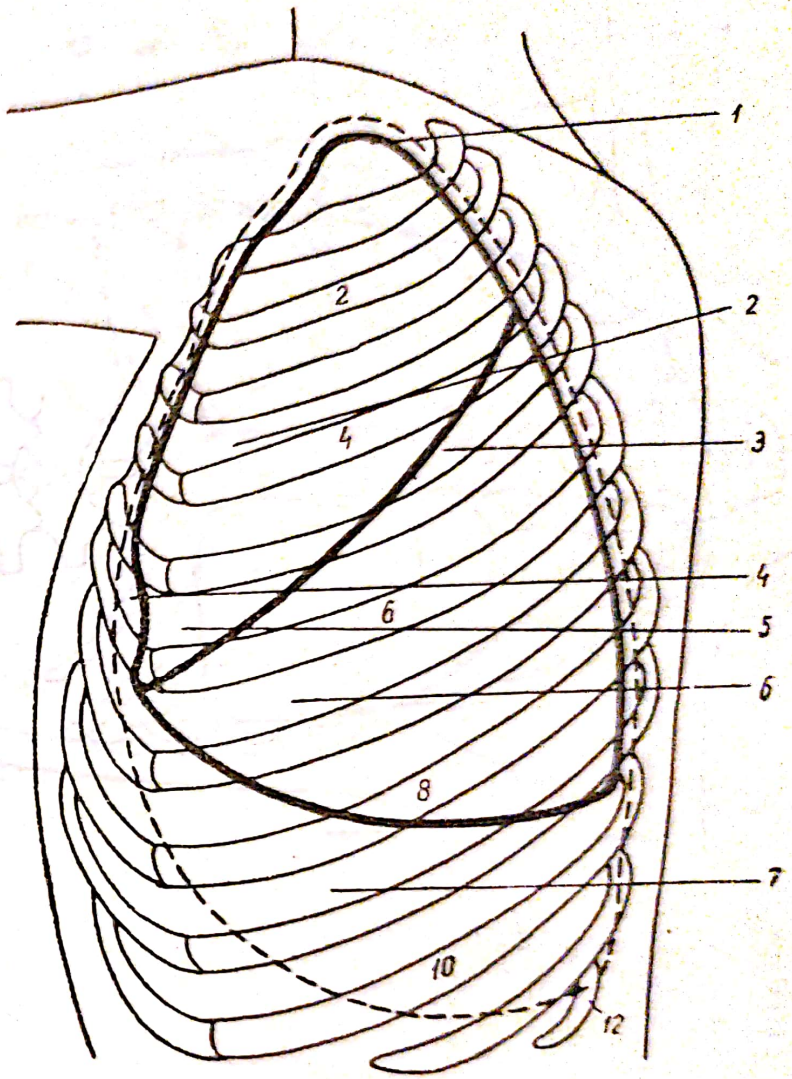


Fig. 195. Topografia plămînului și pleurei stîngi (vedere laterală)

1 — Apex pulmonis; *2* — Lobul pulmonar superior; *3* — Scizura pulmonară stîngă; *4* — Sinus pleuro-pericardic; *5* — Langhetă pulmonară precordială; *6* — Lobul pulmonar inferior; *7* — Fundul de sac pleurocostal inferior; *10* — Coasta X; *12* — Coasta XII.

Scanned with OKEN Scanner

ful plămînului poate fi explorat ventral în patrulaterul cuprins între marginea anterioară a claviculei, marginea superioară a cartilagiului al II-lea costal și cea de a II-a coastă, lateral, în fundul axilei (ridicarea brațului descoperă coasta I-a și primul spațiu intercostal) dorsal, în primele două spații intercostale, proiectat în spațiul interscapulo-vertebral, mărit prin ducerea înainte a brațului și în spațiul supraspinos, limitat inferior de buza superioară a spinei scapulare. Aceste zone de explorare se unesc într-o arie de percuție, sonoră în mod normal, care trece ca o bretea peste umăr spațiul descris de K r ö n i g amintit mai înainte sau zona de alarmă C h a u v e t.

PROIECȚIA ORGANELOR INTRAABDOMINALE PE SUPRAFAȚA PEREȚILOR ABDOMINALI

Peretele ventral al abdomenului se subîmparte în 9 regiuni. Delimitarea regiunilor anatomice se face cu ajutorul a două linii orizontale: una cranială, care leagă capetele anterioare ale coastelor perechii a X-a (linia bicostală) și alta caudală, care unește punctele craniale ale crestelor iliace (linia bicristală). Prin trasarea acestor linii se obțin trei etaje ale peretelui abdominal: epigastrul, situat deasupra liniei bicostale, întinzîndu-se pînă la bolta diafragmei în spațiul al V-lea intercostal, mezogastrul, situat între cele două linii și hipogastrul sub linia bicristală, și deasupra plicii inguinale și a simfizei pubiene. Două linii verticale, care prelungesc liniile medio-claviculare pînă la întîlnirea cu plica inghinală (sau liniile ce merg de-a lungul marginei laterale a mușchilor drepți abdominali) împart fiecare etaj în cîte trei regiuni: regiunea epigastrică propriu-zisă situată median și hipochondrul drept și hipocondrul stîng, deoparte și cealaltă a ei; flancul drept, regiunea ombilicală și flancul stîng; — fosa iliacă dreaptă, regiunea suprapubiană sau supravezicală și fosa iliacă stîngă. Pe suprafața acestor regiuni abdominale se proiectează organele intraabdominale (fig. 196).

În regiunea epigastrică și în hipocondrul stîng se proiectează *stomacul* delimitat în felul următor:

— cranial de către o linie orizontală, care trece prin al V-lea spațiu intercostal stîng, percutabil datorită matității inimii;

— caudal de către o linie orizontală care trece prin marginea inferioară a coastelor perechii a X-a;

— lateral de planul tangent la peretele lateral stîng al toracelui, delimitat de matitatea splinei, obținută prin percuția regiunii hipocondrului stîng.

Corespunzător porțiunii stomacului ascunsă sub arcul costal stîng, se descrie pe peretele toraco-abdominal ventral un spațiu semilunar descris de T r a u b e, delimitat superior de cartilagiul costal al V-lea, de matitatea cardiacă și lateral (la nivelul coastei a IX și a X-a) de matitatea splenică. Acest spațiu este hipersonor, timpanic la percuție, datorită

Scanned with OKEN Scanner

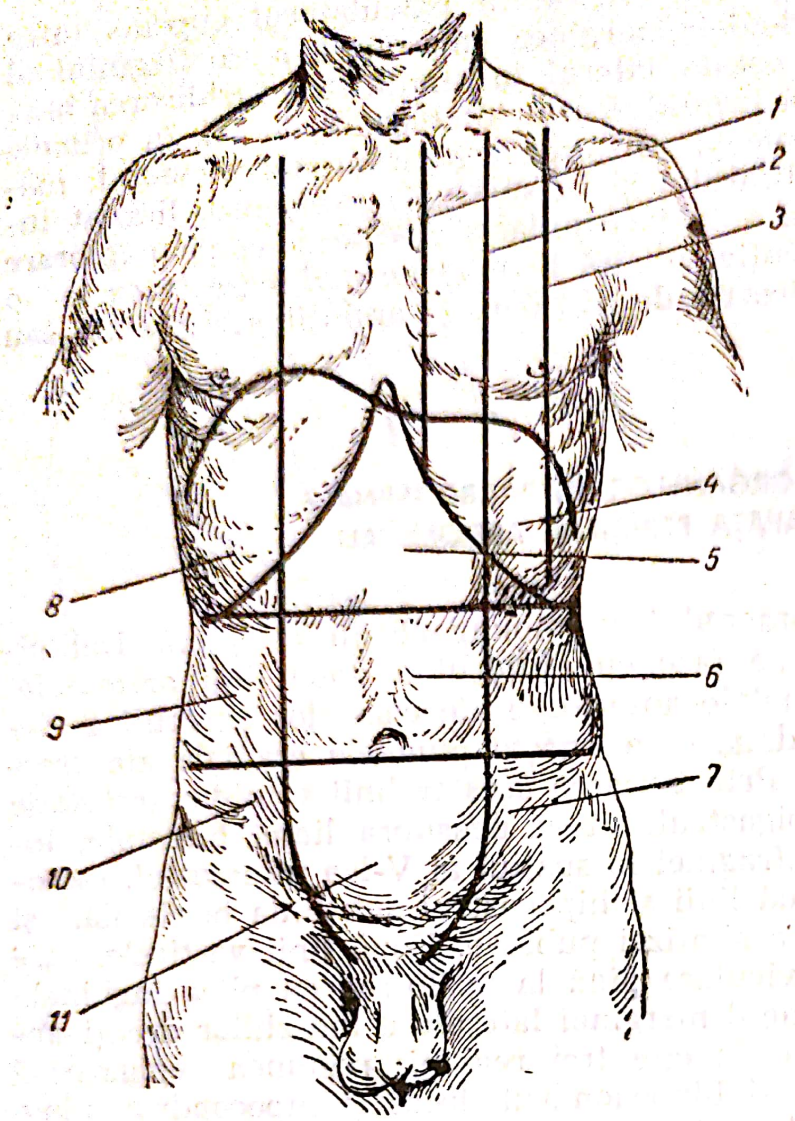


Fig. 196. Liniile de orientare pe peretele ventral al trunchiului

1 — Linea sternalis; *2* — Linea parasternalis; *3* — Linea mediоclavicularis; *4* — Regiunea hypochondrului stîng; *5* — Regiunea epigastrică; *6* — Regiunea ombilicală; *7* — Regiunea inguinală stîngă; *8* — Regiunea hypochondrului drept; *9* — Flancul drept; *10* — Regiunea inguinală dreaptă; *11* — Regiunea hypogastrică.

camerei de aer din fornixul stomacal. Medial pe rebordul costal în regiunea epigastrică, fața anterioară a stomacului intră în raport direct cu peretele ventral al abdomenului în aria unei zone triunghiulare (trigonul descris de Labbe delimitat lateral și în stînga de arcul costal stîng, caudal de marea curbură a stomacului, proiectată în mod normal pe linia care unește capetele anterioare ale coastelor a X-a din dreapta și stînga, iar cranial pe linia bisectoare a unghiului pe care îl formează linia bicostală a perechii a X-a, amintită mai sus și de arcul costal drept. Acest reper corespunde marginii anterioare a ficatului.

În hipocondrul drept și în regiunea epigastrică se proiectează *ficatul* (la percuție obținem o matitate care corespunde parenchimului hepatic și care ajunge cranial pînă în spațiul al V-lea intercostal drept, caudal nedepășind deobicei arcul costal drept). În epigastru marginea inferioară a ficatului se proiectează pe linia deja amintită care reprezintă bisectoarea unghiului format de arcul costal drept și linia bicostală (latura superioară a triunghiului descris de Labbé). După Murchison linia superioară a matității ficatului este arcuită și începe posterior în dreptul vertebrelor T_{10} sau T_{11}, trece pe linia axilară dreaptă în spațiul

Scanned with OKEN Scanner

al VII-lea intercostal și ajunge pe linia medio-claviculară dreaptă în spațiul al V-lea intercostal, și medial la baza apendicelui xifoid.

Matitatea hepatică atinge în mod normal înălțimea de 9—10 cm pe linia medio-claviculară dreaptă, marginea inferioară coborînd cu circa 1 cm în ortostatism. La locul, unde linia ce unește ombilicul cu plica anterioară a axilei drepte întretaie arcul costal, se găsește punctul cistic corespunzînd fundului veziculei biliare. Dèjerine situează punctul cistic la locul de întîlnire a marginii laterale a mușchiului drept abdominal cu arcul costal drept. Sub extremitatea anterioară a cartilagiilor coastelor IX și X, la 9—11 cm de linia mediană, dar în profunzime.

Tot în epigastrul și hipocondrul stîng se găsește și *pancreasul*, cuprins între următoarele planuri: cranial, o linie orizontală care trece prin extremitatea anterioară a coastei a VIII-a, caudal, o linie ce trece orizontal la 3—4 cm deasupra cicatricii ombilicale, în dreapta o linie verticală, la 3—4 cm distanță pe linia mediană, iar la stînga o linie verticală situată la circa 2 cm medial de planul sagital medio-clavicular stîng.

În jurul capului pancreasului se proiectează pe peretele abdominal central *potcoava duodenală* (punctul duodenal para-ombilical drept). În hipocondrul stîng se proiectează și *splina* pe o arie ovală, mată, al cărei ax lung este format de coasta a X-a; limita superioară a matității atinge coasta a IX-a, iar limita inferioară coasta a XI-a. Polul superior și posterior ajunge la circa 4 cm depărtare de linia mediană în apropierea apofizelor transverse ale vertebrelor T_9—T_{11}, iar polul inferior și anterior nu depășește în mod normal arcul costal stîng (se întîlnesc splenomegalii în boli infecțioase cronice ca malaria, în boli acute cu evoluție prelungită ca febra tifoidă, leucoze, splenomegalii asociate cu hepatomegalii în sindromul descris de Banti, în care splina depășește strașina costală, ajungînd pînă la ombilic sau chiar în fosa iliacă stîngă).

Etajul mijlociu al peretelui abdominal ventral cuprinde flancurile, drept și stîng, și regiunea ombilicală. În flancul drept se proiectează *colonul ascendent* pînă la unghiul hepatic al colonului. Colonul ascendent se continuă cu colonul transvers făcînd un unghi de 70°—80° oblic medial și ventral, unghi care se proiectează în hipocondrul drept sub proiecția ficatului. *Colonul transvers*, proiectat între două linii orizontale trece prin extremitatea anterioară a cartilagiilor costale ale perechii a X-a și respectiv prin cicatricea ombilicală sau puțin dedesubtul ei, poate avea diferite forme (în arc. „U“, „V“, „W“, „S italic“, etc.) ca și dimensiuni variabile, lungimea sa oscilînd între 50—90 cm. Colonul transvers se continuă la extremitatea sa stîngă cu *colonul descendent* după ce s-a format unghiul splenic al colonului, întotdeauna ascuțit și situat mai cranial decît unghiul hepatic, (cu circa 4—5 cm) și anume porțiunea sa lombară se proiectează în profunzimea flancului stîng. La nivelul crestei iliace se continuă cu segmentul iliac al colonului sigmoid pînă în fosa iliacă stîngă. De aici începe segmentul pelvin al colonului descendent care ține pînă în dreptul vertebrei sacrate a III-a, unde colonul se continuă cu rectul. În cadrul format de segmentele colonului se găsesc ansele intestinului jejuno-ileal, care se proiectează pe peretele abdominal ventral în regiunea ombilicală, regiunea mijlocie a mezogastrului (etajul mij-

Scanned with OKEN Scanner

lociu). În flancuri, în jumătatea superioară a lor și dorsal se mai proiectează și *rinichii*, într-o regiune delimitată cranial și caudal de două planuri orizontale care trec prin vertebra T_{11} și respectiv creasta iliacă, iar medial și lateral de către două planuri sagitale ce trec prin planul paravertebral deoparte și de alta și respectiv la 2—3 cm în afara masei musculare sacro-lombară.

Pelvisul renal se proiectează pe peretele abdominal ventral în punctul de încrucișare a orizontalei, care trece prin ombilic cu marginea laterală a mușchiului drept abdominal (punct descris de B a z y).

Traiectul ureterului abdominal este marcat de peretele abdominal anterior printr-o serie de puncte, punctele ureterale, aflate unul la intersecția liniei bicristale cu marginea laterală a mușchiului drept abdominal și altul la intersecția liniei biiliace cu verticala, ridicată prin spina pubisului (locul unde ureterul abdominal devine pelvin încrucișînd vasele iliace). Tot pe linia bicristală, dar la jumătatea ei, se găsește locul de proiecție al bifurcației aorte.

Etajul inferior al peretelui abdominal ventral, hipogastric este împărțit în cele două fose iliace dreaptă și stîngă cuprinzînd între ele regiunea supra-pubiană sau vezicală. În fosa iliacă dreaptă se proiectează *cecul și apendicele*. Punctul apendicular reprezintă proiecția locului de implantare a apendicelui în cec (vizibil pe organ acolo, unde se adună cele trei linii la 2 cm sub valvula ileocecală. După M o n r o această implantare se găsește la jumătatea distanței dintre ombilic și spina iliacă ventro-cranială. M a c B u r n e y descrie punctul apendicular la două laturi de deget de spina iliacă ventro-cranială pe linia spino-ombilicală. L a n z afirmă că acest punct se află la unirea treimii laterale drepte cu treimea mijlocie a liniei, care unește cele două spine iliace ventro-craniale, iar L a n z m a n n, acolo unde linia biiliacă întretaie marginea laterală a mușchiului drept abdominal din partea dreaptă. I a c o b o v i c i descrie un triunghi apendicular, format de linia ombilico-spinoasă, linia bispinoasă și verticala care coboară prin marginea laterală a mușchiului drept abdominal. În fosa iliacă stîngă se proiectează segmentul iliac al colonului sigmoid iar în hipogastru vezica urinară, cînd este plină și depășește simfiza pubiană și uterul gravid, începînd din luna II-a, cînd începe să apară deasupra simfizei pubiene, crescînd apoi progresiv circa 4 cm în fiecare lună de sarcină.

Punctele slabe ale peretelui abdominal

Dispunerea încrucișată a fibrelor mușchilor pereților abdominali le asigură o rezistență deosebită la factorii mecanici care acționează ori de cîte ori presiunea intraabdominală crește, cum se întîmplă în tuse, strănut, vomă, eforturi prelungite de evacuare a materiilor fecale în caz de constipație, etc.

Cu toate acestea și datorită unor cauze diverse, în anumite regiuni ale peretelui abdominal se produce o slăbire a capacității de rezistență, ceea ce dă naștere la formarea herniilor.

Scanned with OKEN Scanner

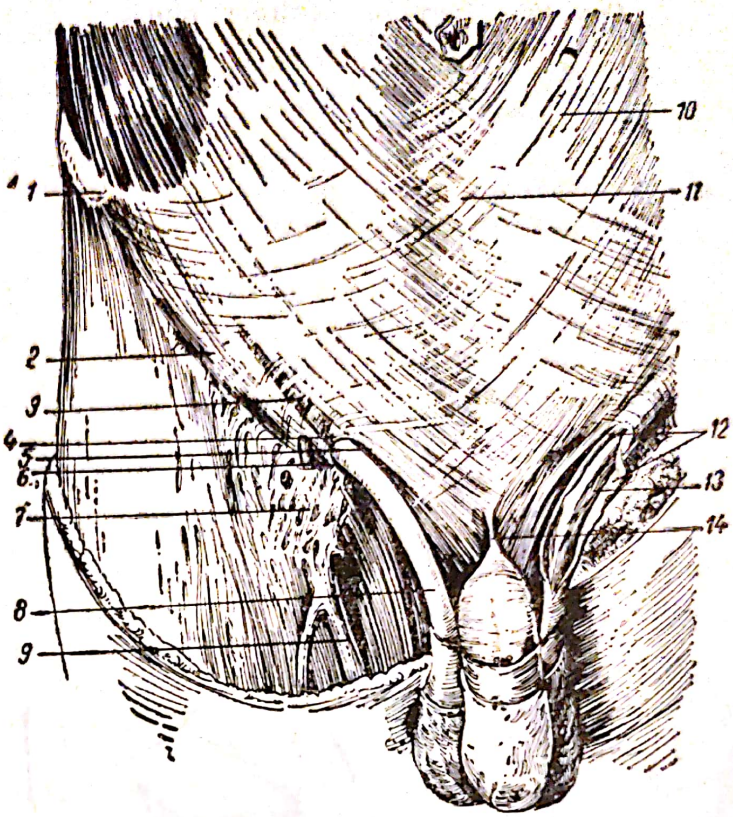


Fig. 197. Regiunea inguinală (plan superficial)

1 — Anulus inguinalis superficialis; *2* — Nodus lymphaticus; *3* — Margo faciformis (cornu superius); *4* — A. femoralis; *5* — Hiatus saphenus; *6* — V. femoralis; *7* — Fascia lata (lamina superficialis); *8* — Margo falciformis (cornu inferius); *9* — V. saphena magna; *10* — Crus mediale; *11* — Lig. inguinale; *12* — Lig. lacunare *13* — Crus laterale;

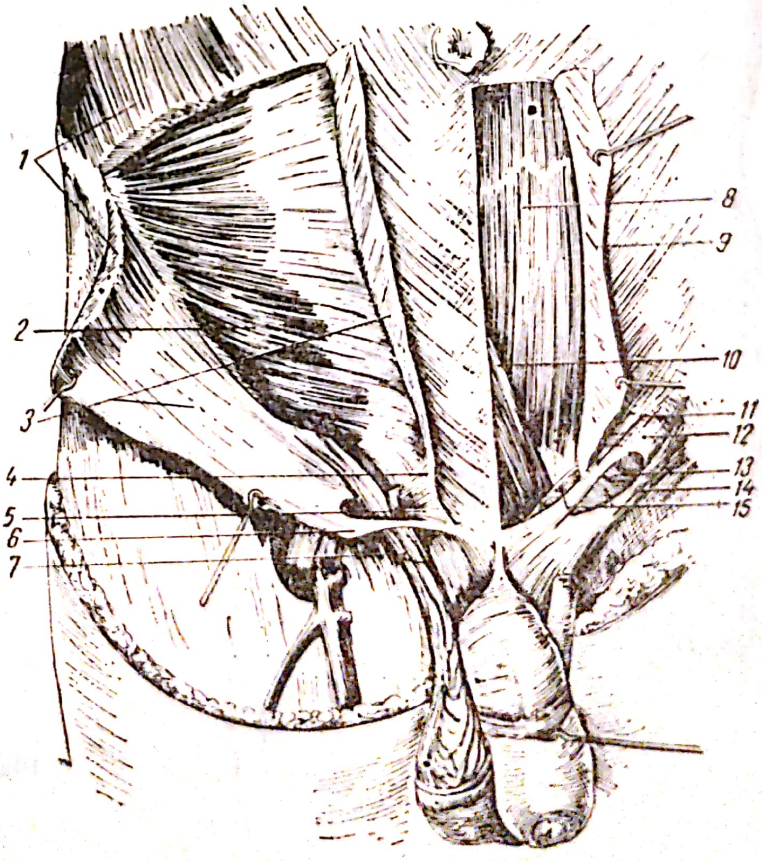


Fig. 198. Regiunea inghinală (plan profund)

1 — Anulus inguinalis superficialis; *2* — Nodus lymphaticus; *3* — Margo falciformis (cornu superius); *4* — A. femoralis; *5* — Hiatus saphenus; *6* — V. femoralis; *7* — Fascia lata (lamina superficialis); *8* — Margo falciformis (cornu inferius); *9* — V. saphena magna; *10* — Crus mediale; *11* — Lig. inguinale; *12* — Lig. lacunare; *13* — Crus laterale; *14* — Funiculus spermaticus; *15* — Lig. reflexum.

Scanned with OKEN Scanner

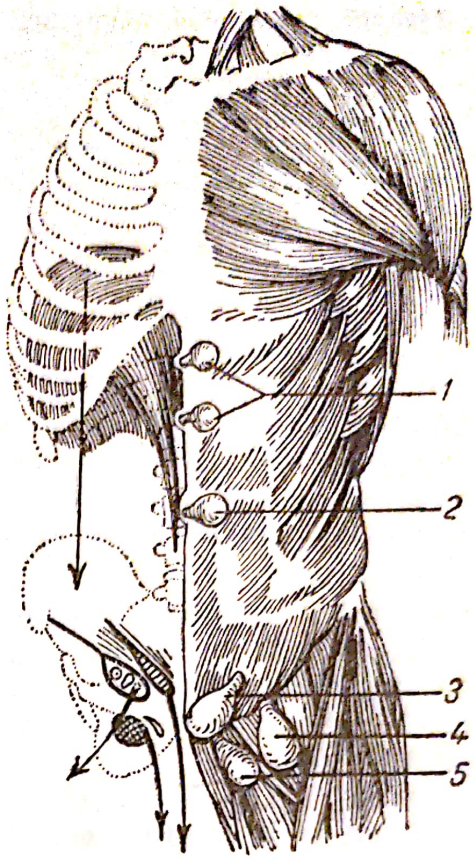


Fig. 199. Herniile ventrale (după Forgue)

1 — Herniae epigastricae; *2* — Hernia umbilicalis; *3* — Hernia inguinalis; *4* — Hernia femoralis *5* — Hernia obturatoria.

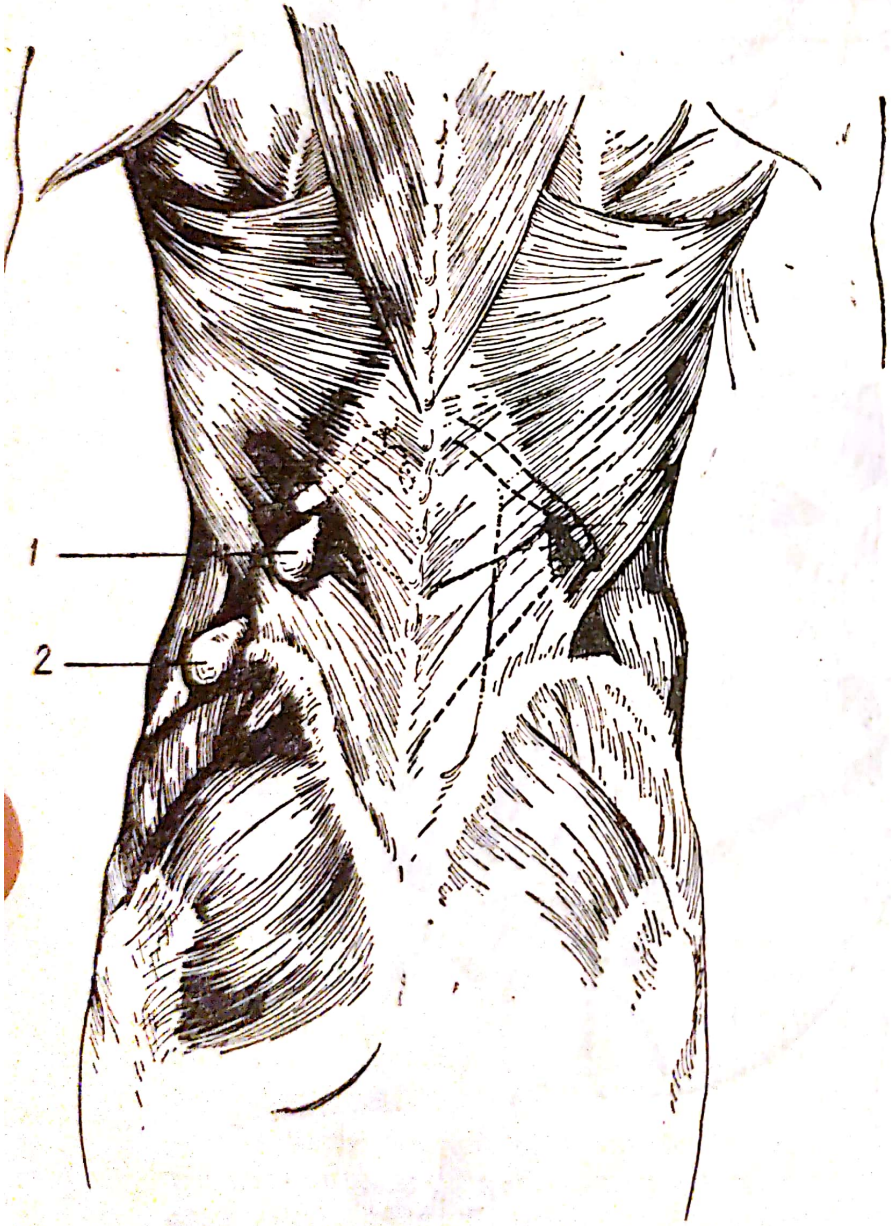


Fig. 200. Herniile lombare (după M. Kirschner)

1 — Hernia lumbalis superior; *2* — Hernia lumbalis inferior.

Scanned with OKEN Scanner

Punctele slabe ale pereților abdominali sînt:

— *Canalul inghinal*, situat în partea inferioară a pereților abdominali, imediat deasupra ligamentului inghinal, care se întinde ca o punte fibroasă între spina iliacă antero-superioară și spina pubelui.

Canalul inghinal este un traect prin care în viața intrauterină la bărbat, coboară din abdomen în scrot, testicolul și vasele spermatice (fig. 197, 198).

La naștere, el conține la bărbat cordonul spermatic, iar la femeie ligamentul rotund al uterului. Traectul acestui canal este situat printre mușchii peretelui abdominal pe care-i perforează. Deși este protejat de o serie de formațiuni fibroase, el poate să fie forțat și dilatat de hiperpresiuni abdominale repetate și se constituie herniile inghinale. Uneori organele herniate pătrund în scrot, constituind herniile inghinoscrotale. La femei, herniile inghinale sînt rare, deoarece ligamentul rotund al uterului străbate cu ușurință mușchii pereților abdominali, avînd o dimensiune foarte mică. În schimb, la femei, dat fiind conformația bazinului, spațiul creat sub ligamentul inghinal, prin care trec vase, nervi, limfatice și mușchiul psoas-iliac este mai mare decît la bărbat.

De aceea, la femei sînt mai frecvente herniile femurale, care sînt formate din anse intestinale care coboară pe sub ligamentul inghinal, către coapsă (fig. 199).

Triunghiul lui Jean L. Peter, este un alt punct slab al peretelui abdominal, format de marginea superioară a crestei iliace, marginea posterioară a marelui oblic și marginea anterioară a micului oblic (fig. 200). Dispoziția anatomică la acest nivel determină faptul că peretele abdominal nu este format decît de un singur mușchi, transversal, ceea ce constituie un punct slab pe unde se pot face hernii.

Cicatricea ombilicală în cazul cînd este slăbită datorită unor infecții postnatale sau ca urmare a tusei convulsive la copii, poate constitui un loc pe unde se pot produce hernii.

Hernii se mai pot produce și la nivelul diafragmei cînd se produce o slăbire a inserțiilor acesteia pe ultimele două coaste. În cazul acesta se produc hernii cu direcție verticală, ascendentă, către torace; aceste hernii sînt foarte rare.

Herniile constau din ieșirea prin pereții abdominali slăbiți a unor anse intestinale și proeminarea acestora sub piele; cînd herniile sînt voluminoase, există pericolul strangulării acestora, cu necroza organelor herniate, cu o evoluție foarte gravă.

Pentru a preîntîmpina aceste accidente, se recomandă operația precoce, în perioada de formare a herniilor; operația constă în refacerea pereților abdominali.

Herniile se fac numai în anumite locuri ale pereților abdominali, unde există așa numitele puncte slabe ale acestora.

Scanned with OKEN Scanner

UNITATEA ORGANISMULUI. CORPUL UMAN PRIVIT CA SISTEM BIOMECANIC

Dacă pînă la sfîrșitul secolului trecut în cunoașterea structurii organismului uman s-a pus accentul pe studiul analitic al părților sale morfologice, începutul acestui secol a pus bazele cercetării științifice a funcțiilor bazate pe concepția integrativă sintetică.

Cercetările substratului organizat al vieții pînă la nivelul structurilor leptonice cu tehnicile cele mai moderne (electrono-microscopie, histochimie, enzimologie) adîncesc cunoașterea organismului viu, dar numai sinteza integrativă dă posibilitatea sesizării realității unitare diferențiate.

În concepția actuală organismul uman reprezintă o unitate biologică (organismul și mediul în care apare și se dezvoltă) și o unitate ontogenetică (organismul individual, produsul armoniei reciproce dintre celulele componente evaluate pentru un adult la cifra astronomică de 100 catalioane reprezentînd 1/3 din masa corpului și a formațiilor intercelulare constituind restul de 2/3). Homeostazia, respectiv totalitatea constantelor morfo-fiziologice care condiționează funcționalitatea normală a organismului, este tocmai expresia dinamică, în mișcare, dialectică, a acestei interrelații ecotrope (din mediul extern) și idiotrope (din mediul intern).

Sistemul nervos constituie o entitate indiscutabil legată de mediul extern, sursa importului de materiale și energie și de mediul intern, al cărui regulator chimic este în funcția sa de homeostazie. Subdivizarea sa în sistem nervos al vieții de relație (ecotrop) și al vieții vegetative (idiotrop) este schematică. Interrelațiile sale cu sistemul endocrin implică înglobarea lui funcțională într-un aparat de corelație.

Privit astfel, organismul uman se prezintă ca un tot unitar, diferitele lui sisteme și aparate fiind în strînsă corelație funcțională, integrate de către sistemul nervos atît între ele cît și cu mediul exterior. Orice modificare survenită într-un sector al organismului atrage după sine schimbări în funcționalitatea tuturor componentelor ființei vii.

În această viziune integrativă, organismul poate fi considerat un sistem biomecanic. În cadrul sistemului putem deosebi schematic trei componente principale:

a) *aparatul locomotor* alcătuit din oase, mușchi și articulații la nivelul cărora se produc modificări materializate în însăși mișcarea diferitelor segmente ale corpului;

Scanned with OKEN Scanner

b) *sistemul neuro-endocrin* care realizează coordonarea motricității și în același timp prin corelarea funcțională a activității celorlalte sisteme și aparate (digestiv, respirator, cardio-vascular, urinar) asigură nivelul metabolic necesar desfășurării acțiunilor motrice;

c) *aparatele metabolice:* de import al materiei (digestiv și respirator), de export (urinar), de transport (cardio-vascular), care acționînd adaptativ asigură desfășurarea optimă a proceselor anabolice și catabolice impuse de solicitarea motrică.

Organismul uman, sistem biomecanic complex, poate desfășura activitatea sportivă la cote optime în condițiile în care toate cele trei componente au o funcționalitate armonică de natură să confere adaptarea corespunzătoare la efort, prin menținerea unui echilibru dinamic al constantelor morfo-fiziologice, respectiv a homeostazei. Se realizează astfel ca totalitatea proceselor fiziologice și fizio-patologice, organice, nervoase, humorale, biofizice și biochimice, condiționate de modificările substratului anatomic, să asigure reacțiile adaptative ale organismului la solicitarea motrică.

Organismul uman privit ca sistem biologic, biomecanic trebuie integrat în mediul exterior care acționează sub raport mecanic în principal prin intermediul următorilor factori:

1) Forțele exterioare
2) Greutatea
3) Inerția.

1) *Forțele exterioare* se opun acțiunii sistemului biomecanic biologic. Ele sînt guvernate de legi fizice și pot fi sistematizate astfel:

a) Rezistențe exterioare materializate în diferite aparate pentru exerciții fizice (haltere, aparate de tracțiune, greutăți etc.) în instalații sau dispozitive de forță. Aceste rezistențe exterioare se exercită vertical, orizontal, oblic, circular, excentric sau concentric.

b) Configurația și măsura segmentelor corporale incriminate în exercițiul sportiv. Valoarea acestui factor în contextul realizării unei anume activități sportive depinde de: numărul de segmente corporale mobilizate; volumul, lungimea, densitatea și forma segmentului, orientarea lui în spațiu.

2) *Greutatea* segmentelor corporale, ca urmare a forței gravitaționale.

Aceasta depinde de sediul mișcării, unghiul axului, de segmentele interesate în mișcare, unghiul format de axa de progresie cu verticala, viteza de progresie.

3) *Inerția.* Tendința corpului de a se menține în repaus sau mobilitate.

Condițiile de execuție ale mișcării determinate îndeosebi de factorii exteriori pot fi rezumate la trei elemente principale asupra cărora vom reveni în capitolele următoare:

1) Echilibrul care poate fi cu sau fără punct de sprijin și în studiul căruia trebuie să avem în vedere centrul de greutate și condițiile particulare ale execuției mișcării (incidențele).

Scanned with OKEN Scanner

2) Realizarea unor pîrghii ce pot fi de gradul I, II sau III.

3) Ritmul, prin care înțelegem alternanța dintre acțiune și reacție și care este condiționat de tipul constituțional individual, de forțele exterioare și durata exercițiului.

Legile după care se guvernează acțiunile motrice realizate de sistemul biomecanic biologic uman integrat în mediul exterior pot fi astfel sintetizate:

1) Legea efortului util

2) Legea efortului voluntar maxim.

Legea efortului util se referă la obținerea unui randament maxim în condițiile reducerii la minimum a acțiunii motrice principale (selectarea mișcărilor, eliminarea gesturilor inutile, repartiția efortului pe ansamblul corpului, ajustarea intensității efortului în raport cu rezistența, căutarea compensațiilor favorabile în mișcări).

Legea efortului volutar maxim se aplică îndeosebi pentru exercițiile statice de dezvoltare a diferitelor grupe musculare. Intensitatea acțiunii motrice este în general superioară forței exterioare ce trebuie învinsă; mișcările se stabilesc după efectul lor asupra organismului și sînt evitate compensațiile.

După această lege se dirijează gradat programele de exerciții care vizează atît îmbunătățirea condiției fizice a sportivilor cît și corectarea unor deficiențe somatice.

În această viziune integrativă, exercițiul fizic poate fi analogat cu un sistem de conducere cibernetică în care *subsistemul condus* este constituit din componentele aparatului locomotor care efectuează mișcările, *subsistemul informatic* este reprezentat de diferitele nivele ale sistemului nervos central care prelucrează informațiile în vederea elaborării comenzilor pentru execuția actelor motrice, iar *subsistemul de conducere* este alcătuit din căile eferente ale sistemului nervos central care transmit impulsurile nervoase spre musculatură.

Sistemul informațional alcătuit din structura și conținutul informațiilor, respectiv din întreaga problematică a activității de educație fizică și sport, pătrunde în acest sistem complex de conducere cibernetică pe calea receptorilor și a căilor aferente ale sistemului nervos central.

În cadrul acestui complex cibernetic se realizează coordonarea mișcărilor, rolul esențial revenind sistemului nervos central analogat cu subsistemul informatic din cibernetică. Coordonarea nervoasă se realizează fie printr-un stereotip dinamic, fie prin adaptare continuă care conduce la perfecționare.

În afara coordonării nervoase, mișcările mai cunosc atît o coordonare musculară între rezistența exterioară și mișcare cît și o coordonare motrică ce constă în corelarea mișcării cu sarcina motrică în curs de efectuare în condițiile concrete ale mediului exterior și stării funcționale a sportivului.

Există în acest cadru numeroase legături de *feed-back* care reglează și facilitează armonizarea diferitelor componente ale acestui sistem, asupra cărora vom reveni la capitolul privind organizarea integrativă a sistemului nervos.

Scanned with OKEN Scanner

Menționăm doar că în cadrul acestor conexiuni complexe deosebim pe de o parte canale de legătură de la mediul exterior spre sistem, iar pe de altă parte între subsisteme. Aceste căi inverse pot fi pozitive conducînd la amplificarea mișcării sau negative cu efect de atenuare. Ciclurile de interacțiune și coordonare sînt fie periferice, între verigile mobile cuprinzînd forțele interioare locomotorii și exterioare, fie centrale între verigile mobile și sistemul nervos central. În acest complex intervine mediul exterior în care se execută mișcarea, starea funcțională a sportivului și experiența sa anterioară.

Exercițiul fizic privit ca sistem de conducere cibernetică se execută după anume programe de conducere. Astfel, se elaborează programe de pregătire, de alegere (în scopul găsirii variantei optime), de urmărire (în care se fac, experimental, devieri de la programul optim) și de amplificare.

În aceste condiții se utilizează pe scară din ce în ce mai largă calculatoarele numerice, analogice și hibride care ne dau posibilitatea dirijării în condiții optime a activității sportive în vederea obținerii unui randament maxim atît în sportul de performanță cît și în cel de masă.

Scanned with OKEN Scanner

NOȚIUNI DE MECANICĂ MUSCULARĂ

Mușchii sînt organe active ale mișcării și asigurării posturale. În corpul omului sînt peste 450 de mușchi avînd forme și dimensiuni variate; ei se dispun în jurul articulațiilor pe care le mobilizează producînd deplasarea segmentelor sau corpului în întregime. De asemenea, prin contracții izometrice, mușchii asigură poziții diverse.

Activitatea statică și dinamică a musculaturii somatice se îmbină armonios, după specificul și nevoile unor mișcări sau cînd se asigură pozițiile simple ori complexe. Se poate afirma că în execuția oricărei mișcări există o componentă dinamică pe care se suprapune, și una statică de importanță variabilă.

În activitățile motrice de o mare mobilitate, cum sînt cele din jocurile sportive — patinaj, schi, gimnastica modernă și cea sportivă — componenta efortului static este mai mică, dar ea nu lipsește, întrucît este necesară echilibrarea corpului pe parcursul desfășurării mișcării. În asemenea cazuri, componenta statică a efortului este „de fixare" sau echilibrare.

Există de asemenea cazuri în care activitatea motrică este aparent de un mare dinamism, însă în realitate, activitatea musculară care o asigură este predominant statică. Astfel, de exemplu, avem la gigantica la bară fixă și în lansarea ciocanului.

În primul caz rotirea corpului în jurul barei este asigurată de accelerația gravitațională, la care se adaugă pe parcursul mișcării, adică între 180° (poziția sub bară) și 270° o ușoară componentă dinamică a musculaturii corpului care execută o flexie ușoară a trunchiului și membrelor inferioare. Această scurtare a lungimii corpului micșorează raza de rotație și, prin aceasta, valoarea de frînă a momentului inerției; prin aceasta se dă posibilitatea corpului să efectueze o rotație completă de 360° în jurul barei fixe. Totodată, pe parcursul rotirii în jurul barei, apare și se dezvoltă o forță centrifugă, care ajunge la maximul ei valoric cînd corpul trece la 180° sub bară și cînd — din cauza accelerației gravitaționale — greutatea corpului crește de două-trei ori. Acest lucru determină apariția și dezvoltarea unei forțe centripete care este asigurată prin efort static de consolidare" de către musculatura corpului. Valoarea acestui tip de efort static depășește de cîteva ori valoarea efortului dinamic din această probă sportivă. Iată deci cum într-o mișcare de mare mobilitate, efortul muscular principal este static. Același lucru se întîmplă și în

Scanned with OKEN Scanner

lansarea ciocanului, unde însă efortul static în timpul piruetelor este mai complex. Astfel, pentru membrele superioare efortul static este „de consolidare", mușchii opunîndu-se forțelor de dezrupție datorită tracțiunii puternice a ciocanului. Pentru trunchi și membrele inferioare efortul static este de „fixare" sau echilibrare, în vederea asigurării echilibrului corpului, care are tendința să se dezechilibreze din cauza tracțiunii exercitată de ciocanul aflat într-o mișcare circulară accelerată.

Exemple de îmbinare a activității dinamice și statice ale musculaturii se pot da din orice activitate motrică. Astfel în aruncarea la coș de pe loc, activitatea motrică de aruncare propriu-zisă este grefată pe o fină și perfect coordonată activitate statică „de echilibrare", care asigură corpului poziția cea mai favorabilă pentru reușita aruncării. La fel în lovirea mingii cu piciorul la fotbal, piciorul de sprijin, trunchiul și membrele superioare îndeplinesc un rol hotărîtor în echilibrare, creînd condiții optime pentru lovirea mingii.

Toate aceste exemple și încă multe altele demonstrează că în activitatea motrică a omului există o îmbinare, în proporții variate, a efortului muscular dinamic și cel static. Concluzia practică ce se impune este ca, în pregătirea sportivilor, să se țină seama de valorile efortului static și dinamic, iar în metodica pregătirii fizice și tehnice, să se introducă complexe de exerciții, metode și aparate corespunzătoare.

MUȘCHII FACTORI MOTRICI AI PÎRGHIILOR OSOASE

Scheletul corpului este alcătuit din numeroase piese osoase de diferite forme și mărimi. Prin articulare între ele, oasele formează cupluri și lanțuri cinematice.

Se înțelege prin *cuplu cinematic*, articulația dintre două piese osoase; după forma capetelor osoase care participă la articulație, pot fi efectuate diverse mișcări, mai simple sau mai complexe. Cînd oasele sînt cilindrice sau în scripete (trahee) articulația nu poate avea decît un singur grad de libertate: flexie și extensie la cot, între falange, între atlas și axis etc. Dacă oasele au formă elipsoidală (condil), articulația are două grade de libertate și are două axe de mișcare: flexia și extensia, cuplate cu înclinările laterale în articulația mîinii cu antebrațul, a condililor occipitalului cu atlasul etc. În cazul articulațiilor sferoidale sînt posibile trei grade de libertate, în jurul a trei axe de mișcare cum se întîlnesc la articulația scapulo-humerală și coxo-femurală: flexie-extensie, abducție-educție, rotația internă și externă.

În corpul omului există o îmbinare de articulații de diferite tipuri, prin înlănțuirea mai multor cupluri cinematice. Din acest motiv, posibilitatea de mișcare este mult mai crescută și diversificată.

Lanțul cinematic este o succesiune articulată de cupluri cinematice, cum sînt, spre exemplu, membrele superioare și cele inferioare. În cazul membrului superior liber, lanțul cinematic se numește deschis, iar cînd extremitatea lanțului este fixată, cum este, spre exemplu, membrul inferior în sprijinul pe sol, sau membrul superior în sprijinul pe un aparat, lanțul cinematic este închis. Deosebire între aceste două tipuri constă în

Scanned with OKEN Scanner

faptul că lanțul cinematic deschis este capabil să execute mișcări numeroase, care sînt de fapt suma gradelor de libertate a tuturor articulațiilor care intră în compunerea sa. Lanțul cinematic deschis poate efectua și mișcări parțiale, în sensul că în timp ce unele cupluri sînt fixe, restul rămîn mobile. (Fig. 201).

Lanțul cinematic închis se caracterizează printr-un număr limitat de mișcări și orice mișcare efectuată într-un cuplu din compunerea sa antrenează obligatoriu mișcări în întregimea lanțului, a căror amplitudine este însă redusă. (Fig. 202).

Mișcările în articulații, respectiv în lanțurile cinematice sînt asigurate de musculatura somatică, care se dispune în jurul articulațiilor formînd din punct de vedere biomecanic grupă și lanțuri musculare.

O grupă musculară produce o mișcare, într-un singur sens, altele în sens opus sau în alte direcții, în funcție de gradele de libertate posibile. După felul cum sînt grupați, mușchii sînt *agonist* adică efectuează aceeași mișcare, cum sînt flexorii cotului, ai gambei, ai degetelor, — sau *antagoniști*, adică asigură mișcarea opusă, cum sînt extensorii acelorași articulații. Mușchii mai pot fi *sinergici*, adică la nivelul unei articulații produc o anumită mișcare, dar sînt capabili să mai execute și alte mișcări. Astfel, pectoralul mare este sinergic cu deltoidul în mișcarea de autoducție a brațului, dar poate efectua și aducție. Dorsalul mare este sinergic cu trapezul în deplasarea dorso-medială a umărului, dar poate efectua și coborîrea acestuia.

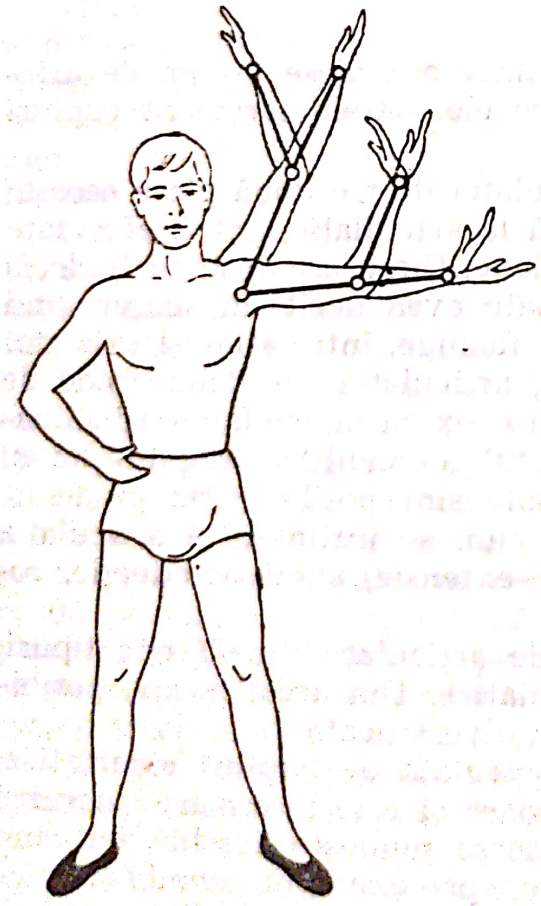


Fig. 201. Lanț cinematic deschis

Fig. 202. Lanț cinematic închis

Scanned with OKEN Scanner

Ca să poată efectua mai multe mișcări, mușchii trebuie să aibă mai multe direcții de fibre, care reprezintă direcții de tracțiune diferită. Astfel, deltoidul, trapezul, dorsalul mare au trei direcții de fibre și pot prin urmare efectua trei direcții de mișcare. Din acest motiv, în noțiunea de grupă musculară funcțională intră mușchii sau numai anumite categorii de fibre ale unor mușchi, a căror direcție de tracțiune este asemănătoare. Aceasta presupune și o inervație specială a fiecărui mușchi care să-i permită să se contracte numai parțial sau în totalitate, după cum este necesar.

Din jocul sinergismelor și al antagonismelor rezultă precizia și finețea mișcărilor, care se stabilește treptat pe parcursul repetării mișcărilor.

Forța mușchiului depinde de numărul de fibre pe care-l conține și nu de lungimea acestora; ea se poate calcula prin nultiplicarea suprafeței de secțiune fiziologică a mușchiului cu o constantă 10:

$$F = S \times 10$$

Suprafața de secțiune fiziologică a mușchiului este suprafața cumulată a secțiunilor făcute perpendicular pe toate direcțiile de fibre ale mușchiului. Ea este mai mare decît *secțiunea anatomică* care este făcută perpendicular pe direcția generală a mușchiului. La mușchii cu fibre paralele și la cei fusiformi, cele două suprafețe sînt egale, însă la mușchii cu mai multe direcții de fibre, cum sînt mușchii în evantai, mușchiul deltoid, trapez și la mușchii uni- și bipenați suprafața de secțiune fiziologică este totdeauna mai mare decît cea anatomică.

În practică, pe om, calculul forței musculare se efectuează global, pe mișcări: flexie, extensie, care — după cum știm — sînt asigurate de mai mulți mușchi. Forța fiecărui mușchi nu se poate determina decît pe animale, experimental. La om, forța globală a unei grupe musculare se calculează cu aparate speciale numite *dinamometre,* construite adecvat pentru fiecare mișcare principală.

Constanta 10 din formula de mai sus reprezintă principial forța unui centimetru pătrat de secțiune anatomică a unui mușchi: ea este calculată pentru adultul tînăr. La femei și la copii, această constantă este mult mai mică, iar la sportivii antrenați ea depășește 12—14 kg. pe centimetrul pătrat de secțiune anatomică.

O altă metodă de determinare a forței musculare este *metoda dizrupției* (Martin), care se face prin echilibrarea forței cu greutăți din ce în ce crescînde.

Nici aceasta nu satisface total, întrucît forța totală maximă a unui mușchi nu poate fi determinată decît cînd tracțiunea sa pe pîrghia osoasă se face la 90°. În caz contrar, adică așa cum se întîmplă în imensa majoritate a cazurilor, respectiv cînd direcția de tracțiune este oblică pe pîrghia osoasă, o parte din forța musculară se pierde pentru mișcare.

În cazul cînd forța mușchiului acționează oblic pe pîrghia osoasă, ea se descompune în două componente și anume:

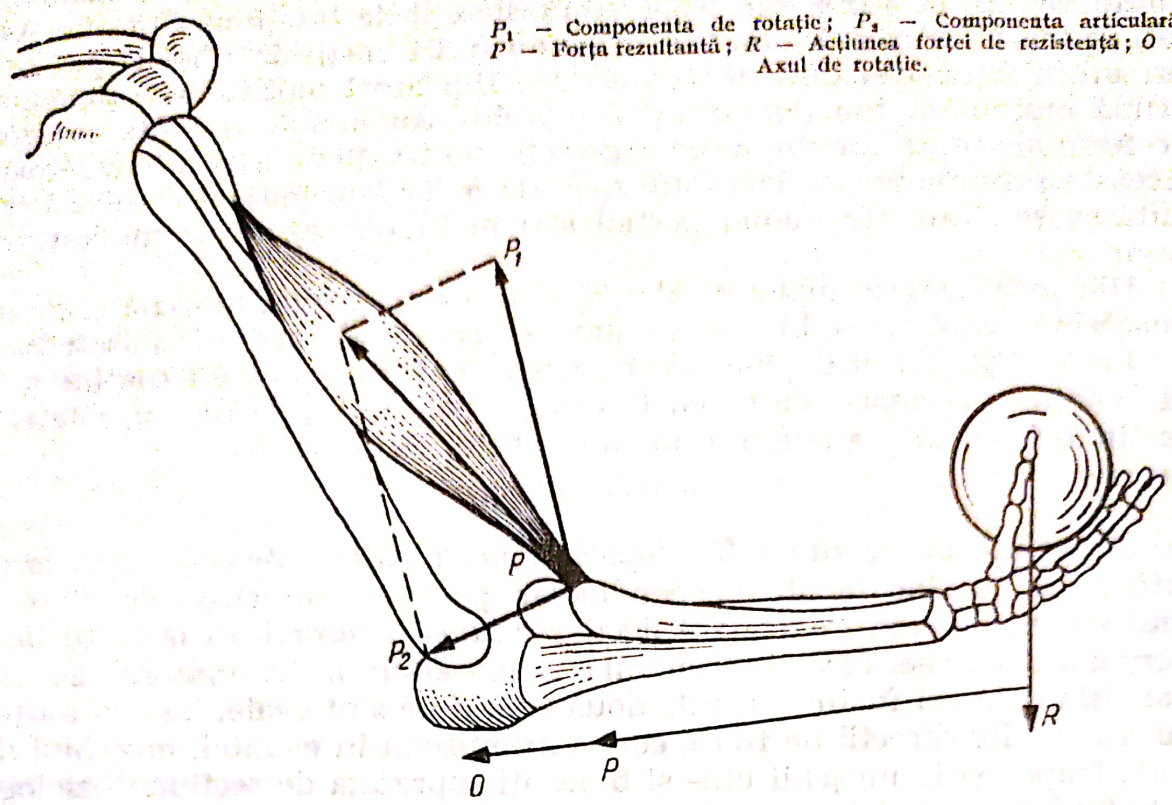
— *componenta de mișcare,* care efectuează apropierea pîrghiilor osoase (fig. 203) — și

— *componenta articulară,* de presiune sau tracțiune asupra oaselor, care formează articulația respectivă.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 203. Descompunerea forței mușchiului biceps brahial

P_1 — Componenta de rotație; P_2 — Componenta articulară; P — Forța rezultantă; R — Acțiunea forței de rezistență; O — Axul de rotație.



După cum vedem, forța globală a mușchiului nu se consumă numai pentru mișcare, ea îndeplinînd și alte roluri, cum este acela de protecție a articulațiilor prin componenta sa articulară. Acest fapt are o importanță deosebită în antrenamentul sportiv, întrucît în dezvoltarea forței este necesar să o creștem mai mult decît încărcătura pe care trebuie s-o învingă în executarea unei tehnici sportive oarecare.

Pentru aceasta mai pledează și alte cauze care determină o pierdere a forței utile pentru execuția unei probe sportive.

Astfel antagonismul muscular, în cazul cînd mișcarea nu este bine coordonată și bine condusă de către sistemul nervos, așa cum se observă la începători produce o însemnată pierdere de forță utilă pentru mișcare.

De asemenea, forța mușchiului se consumă în funcție de comanda nervoasă, care poate produce contracția globală a tuturor fibrelor musculare sau numai o parte din acestea. În felul acesta se poate produce o dozare corespunzătoare a efortului muscular în funcție de cerințele probei sportive respective.

În concluzia celor arătate, se poate afirma că este greu să determini *„forța absolută“* a unui mușchi sau grupă musculară; în practică este foarte important să se determine *„forța utilă“* pentru îndeplinirea unei activități motrice oarecare. Această forță utilă variază și ea în funcție de fazele și momentele mișcărilor.

Lucrul mecanic sau travaliul muscular este un alt parametru biomecanic necesar practicii. El se determină prin multiplicarea forței cu lungimea scurtării mușchiului și rezultă din ecuația:

$$L.m. = F \times \text{Deplasarea (scurtarea în centimetri)}$$

Scanned with OKEN Scanner

Unitatea de măsură a lucrului mecanic este kilogrametrul adică forța capabilă să ridice o greutate de 1 kgf. la înălțimea de 1 metru.

Lucrul mecanic este un parametru complex rezultînd din relațiile de proporționalitate directă dintre forță și lungimea scurtării. Deseori în practică el este confruntat cu forța, ceea ce este o greșeală; de aceea, pentru determinarea sa este necesar să se calculeze în primul rînd cei doi factori, care să fie apoi multiplicați.

În ceea ce privește lungimea scurtării mușchiului, este cunoscut că din poziția de repaos, un mușchi în contracția maximă se poate scurta 1/3 — cel mult 1/2 din lungimea sa. Dacă însă un mușchi este în prealabil întins înainte de contracție, lungimea scurtării va fi cu atît mai mare cu cît mușchiul a fost întins mai mult. În consecință, va crește și valoarea lucrului mecanic, care în activitatea sportivă înseamnă randament, înseamnă performanță. Spre exemplu, în faza de depășire a aparatului de aruncarea suliței, înaintea efortului final se produce o întindere maximă a lanțului care va efectua aruncarea. În felul acesta, prin întinderea mușchilor, ei se vor scurta cu atît mai mult cu cît întinderea a fost mai mare. Rezultatul va fi creșterea valorii lucrului mecanic, deci a performanței.

Aceste date au mare importanță pentru metodica antrenamentului sportiv, unde trebuie să se țină seama de cei doi factori care determină valoarea lucrului mecanic — forța și lungimea scurtării. Nu e suficient să lucrezi numai pentru creșterea forței lanțului muscular al aruncării, ci trebuie să asiguri și o capacitate de extensibilitate cît mai mare a acestor mușchi. Pentru aceasta vor trebui introduse exerciții de creșterea amplitudinii mișcărilor în articulația scapulo-humerală și în centura scapulară precum și exerciții de amplitudine și suplețe pentru coloana vertebrală, mai ales pentru mișcarea de extensie.

MECANICA MUSCULARĂ APLICATĂ LA PÎRGHII

Oasele corpului formează pîrghii, care sînt mobilizate de mușchi după toate regulile mecanice ale pîrghiilor de gradul I, II, III (fig. 204).

Există totuși unele particularități care rezultă din specificul biologic al structurii și funcțiilor organismului omenesc.

În corpul nostru, cele mai multe pîrghii sînt de gradul III corespunzînd specificului biologic al omului, care este capabil să execute mișcări de mare amplitudine și precizie. La această categorie de pîrghii acționează „legea de aur a mecanicii", prin care ceea ce se pierde în forță se cîștigă în amplitudine.

Pîrghiile de gradul II sînt contestate de unii autori; — majoritatea specialiștilor admit însă că există un singur exemplu în poziția stînd pe vîrfuri, unde punctul de sprijin este vîrful piciorului care se sprijină pe sol cu degetele în capetele metatarsienelor, punctul de aplicare al forței pe calcaneu, unde se inseră tricepsul sural prin tendonul lui Ahile, iar punctul de aplicare al rezistenței, reprezentată prin greutatea corpului, articulația talo-crurală (fig. 207).

Scanned with OKEN Scanner

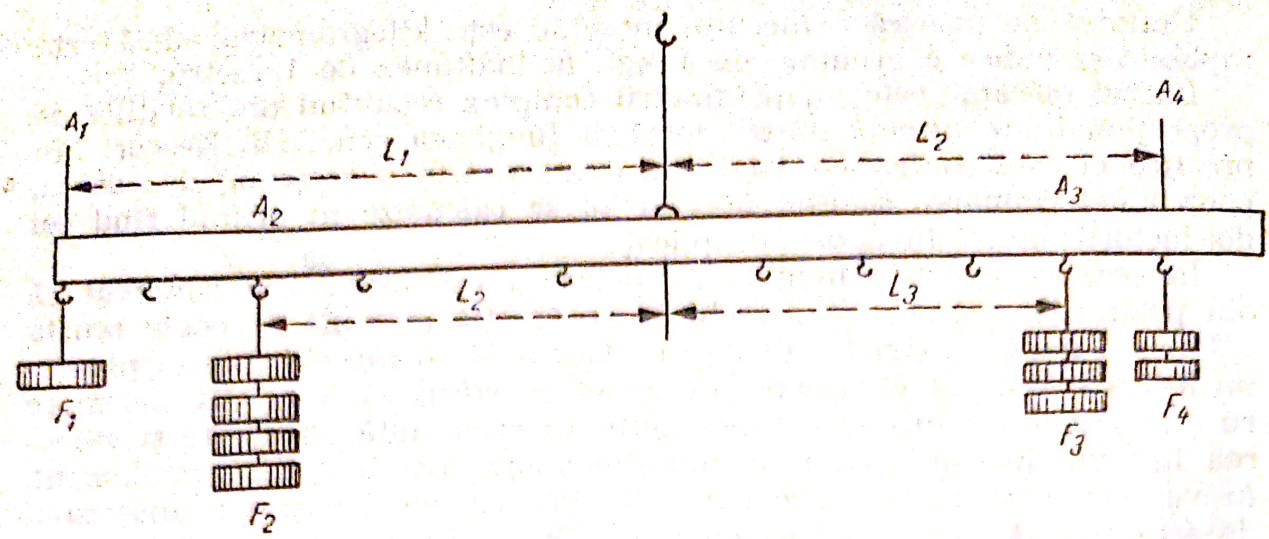


Fig. 204. Condițiile de echilibru ale forțelor aplicate asupra unui corp care are un ax de rotație (0) $F_1 L_1 + F_2 L_2 : F_3 L_3 + F_4 L_4$

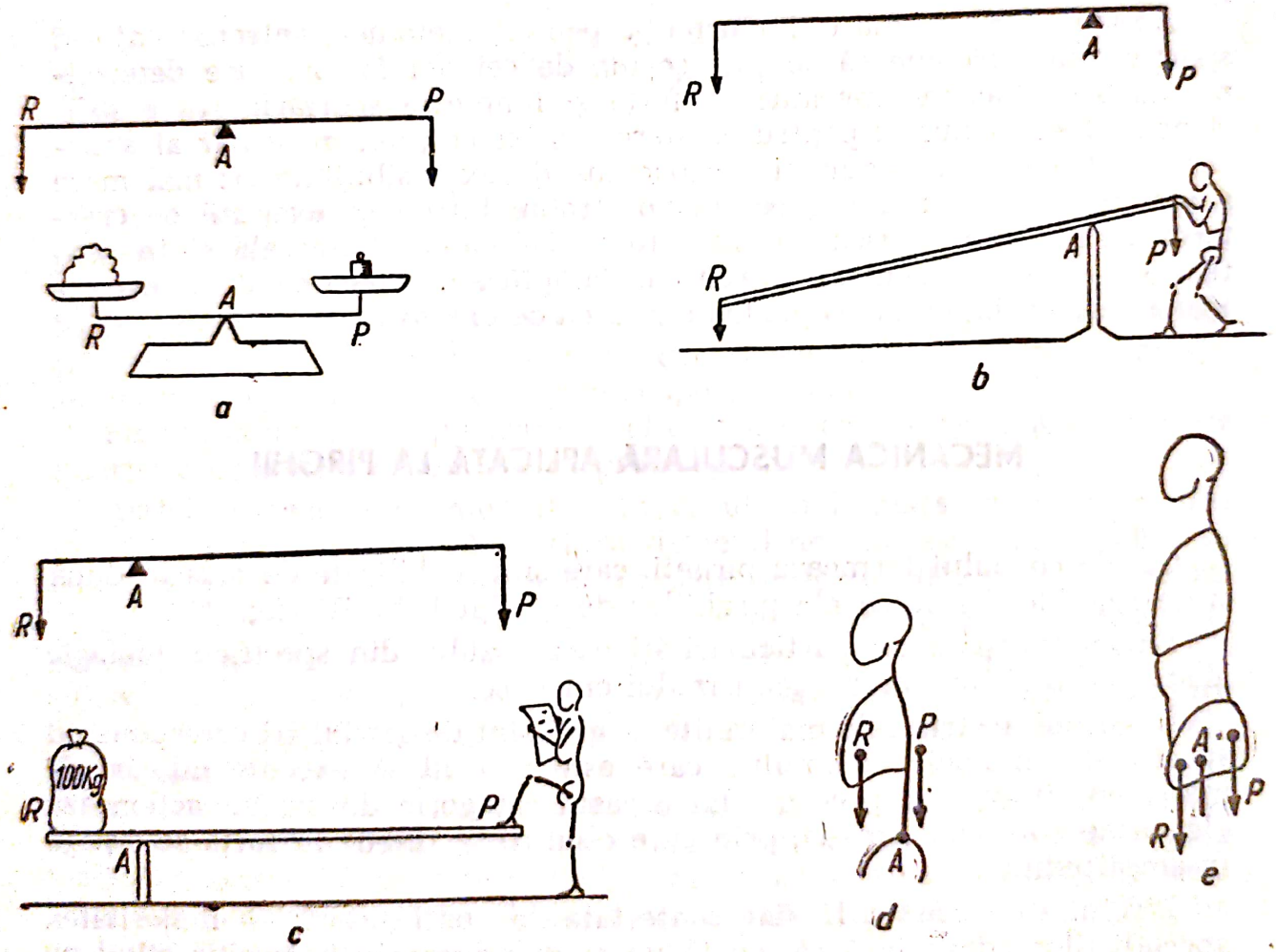


Fig. 205.

a = Pîrghia de gradul I. Brațele pîrghiei sînt egale: $RA = AP$. *b* = Pîrghia de gradul I cu brațele inegale = $RA\ AP$. Brațul forței (AP) este mai mic decît brațul rezistenței (AR). Forța activă este defavorizată; *c* — pîrghia de gradul I cu brațe; inegale = $RA\ AP$; brațul forței AP este mai mare decît brațul rezistenței AR; forța este favorizată *d* = Echilibrul bustului pe bazin, pîrghie de gradul I; *e* = Echilibrul bazinului pe coapsa, pîrghie de gradul I.

Scanned with OKEN Scanner

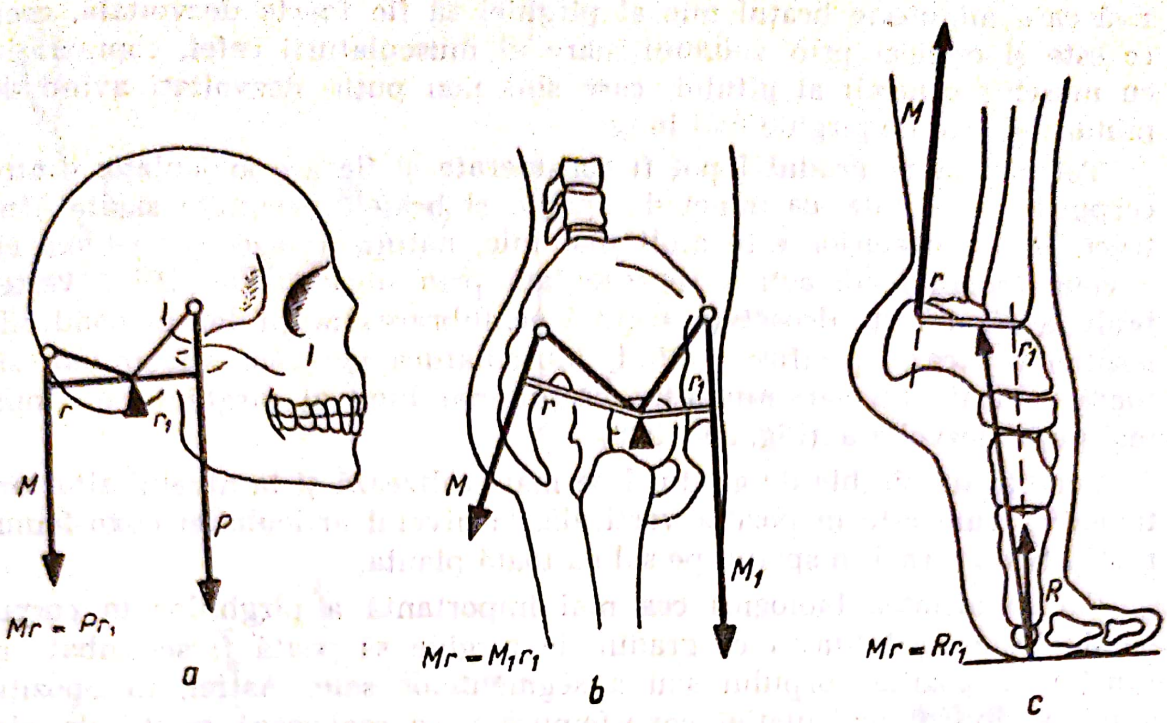


Fig. 206. Exemple de pîrghii de gradul I

Pîrghiile de gradul I se întîlnesc în diferite segmente ale corpului, fără a fi numeroase. Astfel, articulaţia craniului cu coloana vertebrală este un prim exemplu, unde forţa activă este reprezentată prin mușchii cefei, iar forţa rezistentă, greutatea craniului. Datorită faptului că centrul de greutate al craniului se află la nivelul şeii turcești, deci înaintea punctului de sprijin — articulaţia atlanto-occipitală, cele două braţe ale pîrghiei sînt inegale. Pentru echilibrarea pîrghiei este necesar ca forţa ac-

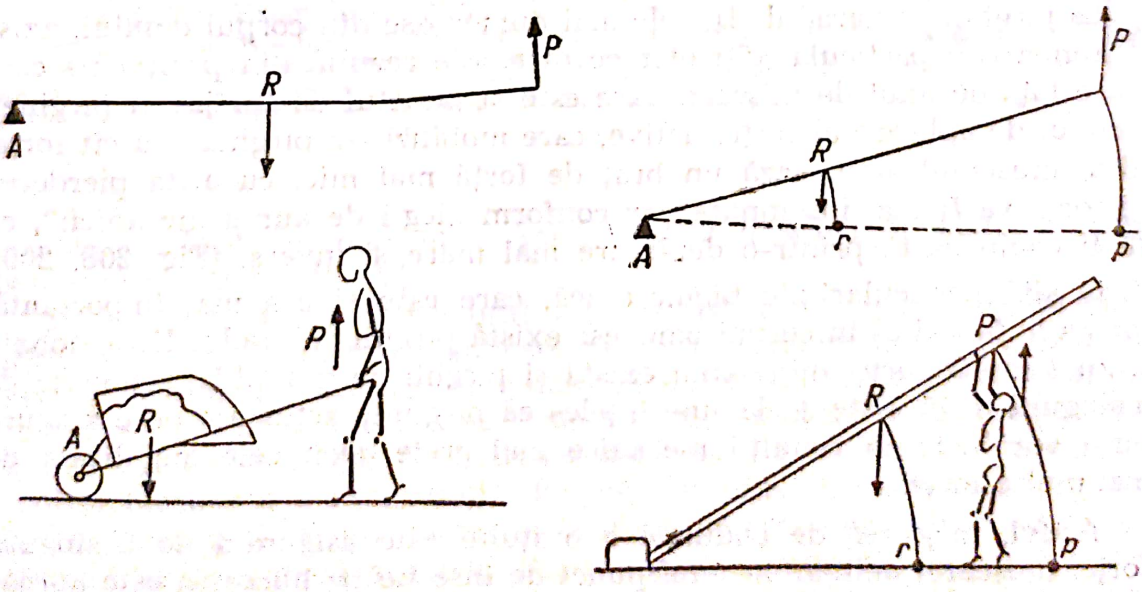


Fig. 207. Pîrghii de gradul I cu braţe inegale. Amplitudinea şi viteza mişcării punctului R sînt mai mici decît ale punctului P.

tivă care mînuieşte braţul mic al pîrghiei să fie foarte dezvoltată, ceea ce este şi realizat prin volumul mare al musculaturii cefei, comparativ cu muşchii ventrali ai gîtului, care sînt mai puţin dezvoltaţi avînd de mînuit un braţ de pîrghie mai lung.

Tot pîrghii de gradul I pot fi considerate şi fiecare articulaţie dintre corpurile vertebrale, ca punct de sprijin şi braţele orientate sagital. Întrucît braţul posterior este mult mai mic, natura a înzestrat pe om cu o voluminoasă forţă activă reprezentată prin muşchii şanţurilor vertebrale, a căror forţă deosebită asigură echilibrarea pîrghiilor în condiţiile poziţiei verticale specifice omului. Musculatura pereţilor abdominali situată ventral, întrucît mînuieşte braţul mai lung al pîrghiei este mult mai puţin dezvoltată. (Fig. 205, 206).

Condiţii de pîrghie de gradul I se mai realizează şi la nivelul altor articulaţii, cum este în poziţia verticală, la nivelul articulaţiei coxo-femurale şi talo-crurală în sprijin pe sol cu toată planta.

Particularitatea biologică cea mai importantă a pîrghiilor în corpul omului este posibilitatea ca gradul de pîrghie să poată fi schimbat în funcţie de poziţia corpului sau a segmentelor sale. Astfel, în poziţia stînd la nivelul articulaţiei coxo-femurale, se realizează relaţii de pîrghie de genul I; dacă însă flectăm coapsa pe bazin, femurul devine o pîrghie de genul 3 şi răspunde la toate cerinţele mecanice ale acestui gen de pîrghie. De asemenea, în poziţia stînd — cu membrele superioare atîrnînd, de voie, la nivelul articulaţiei scapulo-humerale — se realizează relaţii de pîrghie de gradul I, dar dacă efectuăm abducţia sau autoducţia etc., humerusul devine o pîrghie de gradul III. Datorită acestei posibilităţi, omul are o mare capacitate motrică, care-l deosebeşte radical de orice instalaţie mecanică, oricît de complexă ar fi ea, unde relaţiile de pîrghie stabilite în cadrul mecanismului propriu nu pot fi schimbate.

La pîrghiile de gradul III, cele mai numeroase din corpul omului, există numeroase particularităţi biomecanice. Ele rezultă din poziţia pe care o are faţă de axul de mişcare, care este şi punctul de sprijin al pîrghiei, punctul de aplicare al forţei active, care mobilizează pîrghia. Cu cît forţa, adică muşchiul acţionează un braţ de forţă mai mic, cu atîta pierderea de forţă va fi mai însemnată, iar conform „legii de aur a mecanicii", ea va fi compensată printr-o deplasare mai mare şi invers. (Fig. 208, 209).

O altă particularitate biomecanică, care este şi cea mai importantă, constă în faptul că în corpul omenesc există pîrghii de gradul III acţionate de mai multe forţe, după cum există şi pîrghii de gradul III acţionate de o singură forţă. Este de la sine înţeles că pîrghiile acţionate de o singură forţă vor lucra în condiţii mecanice mai grele decît cele mobilizate de mai multe forţe.

Astfel, mişcarea de abducţie a braţului este asigurată de o singură forţă, muşchiul deltoid, al unui punct de inserţie pe humerus este aproape de axul mişcării. Abducţia este o mişcare greu de asigurat, mai cu seamă cînd se face cu îngreuiere, întrucît unica forţă care acţionează mî-

Scanned with OKEN Scanner

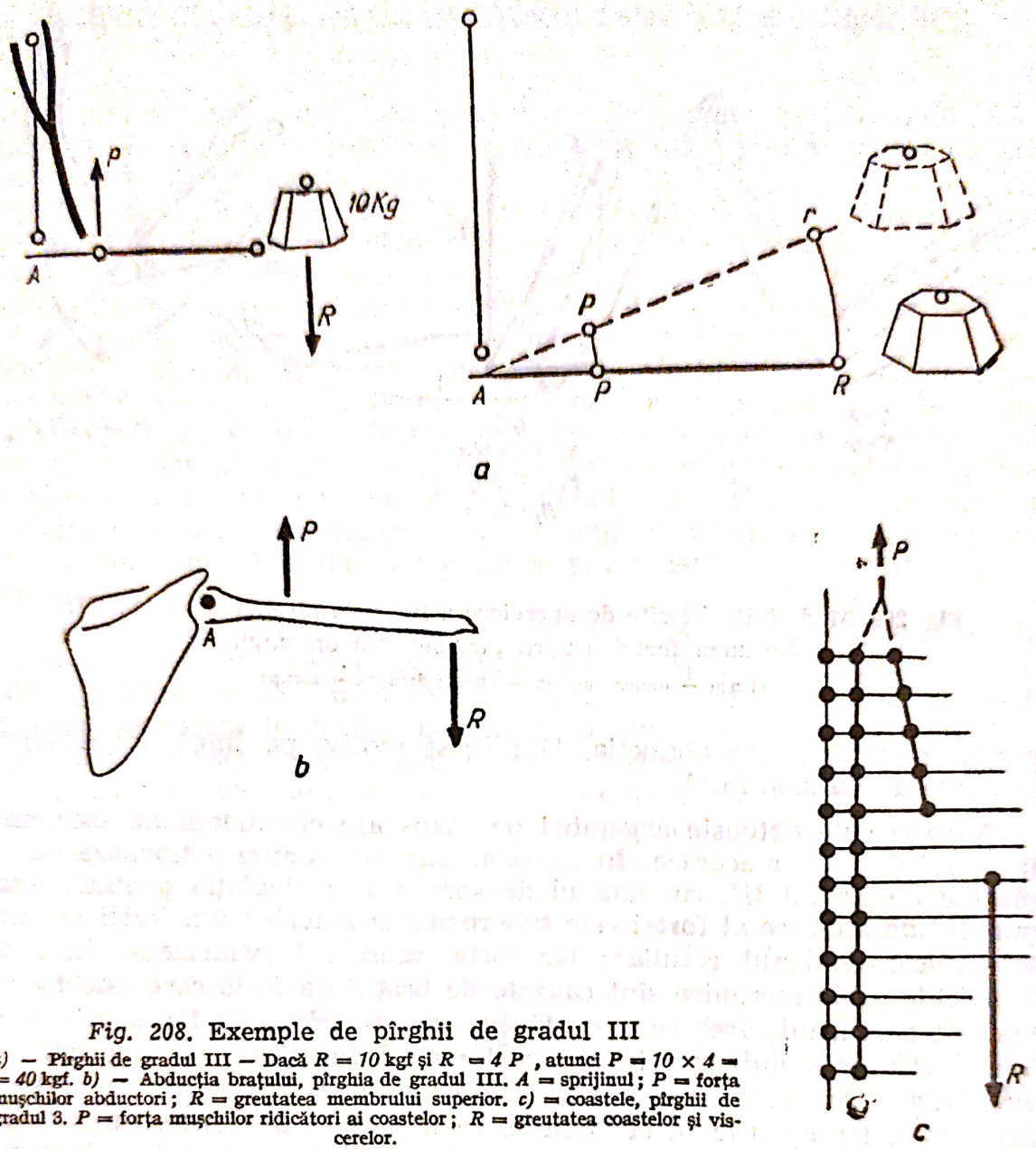


Fig. 208. Exemple de pîrghii de gradul III

a) — Pîrghii de gradul III — Dacă $R = 10$ kgf și $R = 4P$, atunci $P = 10 \times 4 = 40$ kgf. *b)* — Abducția brațului, pîrghia de gradul III. *A* = sprijinul; *P* = forța mușchilor abductori; *R* = greutatea membrului superior. *c)* = coastele, pîrghii de gradul 3. *P* = forța mușchilor ridicători ai coastelor; *R* = greutatea coastelor și viscerelor.

nuiește un braț de forță mic. Amplitudinea mișcării de abducție compensează pierderea de forță.

Mișcarea de anteducție a brațului este asigurată de mai multe forțe, grupate în două puncte de aplicare pe pîrghia reprezentată de osul humerus. Primul din acestea este inserția deltoidului și marelui pectoral, în treimea superioară a diafizei umerale, care mînuiește un braț de forță mic. Al doilea punct de aplicare este inserția bicepsului humeral pe apofiza bicepitală a radiusului. Mînuind un braț de forță mai lung, acțiunea bicepsului ca anteductor al brațului se efectuează în condiții mecanice mai bune decît a deltoidului și marelui pectoral. Se poate afirma că bicepsul începe mișcarea, iar ceilalți doi o continuă și o amplifică. Considerată global, mișcarea de anteducție a brațului este mai bine asi-

Scanned with OKEN Scanner

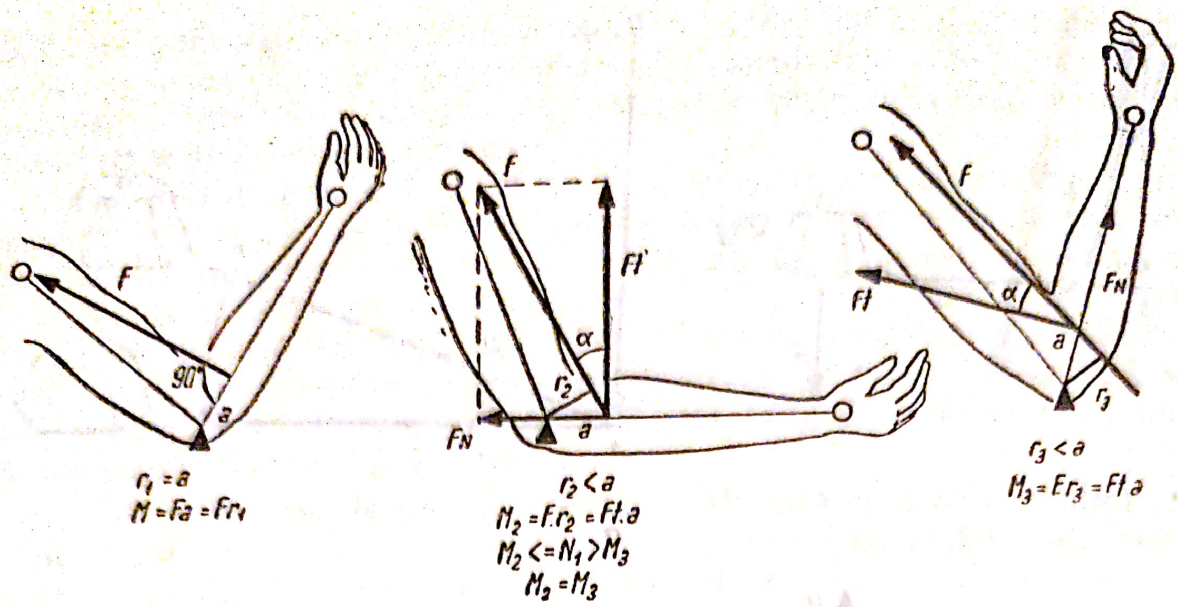


Fig. 209. Modalităţi diferite de apreciere a forţei la pîrghia de gradul III. Acţiunea forţei asupra pîrghiei sub un unghi:
stînga — drept; mijloc — obtuz; dreapta — ascuţit.

gurată mecanic decît abducţia. Din acest motiv, pe lîngă amplitudine, ea poate dezvolta şi forţă.

Mişcarea de extensie a gambei pe coaps ăse efectuează de asemenea în condiţii grele mecanice. În această mişcare, gamba acţionează ca o pîrghie de gradul III, cu punctul de sprijin în articulaţia genunchiului; punctul de aplicare al forţei este tuberozitatea anterioară a tibiei pe care se fixează tendonul rotulian; iar forţa, muşchiul cvadriceps, femural. Condiţiile grele mecanice sînt cauzate de braţul de forţă care este foarte mic; de aceea, mişcarea se execută cu mare pierdere de forţă, solicitînd intens atît muşchiul cvadriceps cît şi marile funcţiuni, — respiraţia şi circulaţia. De aceea, genuflexia este folosită ca test al pregătirii fizice, iar genuflexia cu haltere, ca o metodă de antrenament de forţă al lanţului triplei extensii. Extensia liberă a gambei dezvoltă amplitudine, care se foloseşte în mers, alergare, sărituri, precum şi în lovirea mingei cu piciorul în jocul de fotbal.

Flexia gambei pe coapsă este mai bine asigurată mecanic, întrucît asupra gambei acţionează două forţe.

— forţa muşchilor ischio-gambieri, care mînuiesc un braţ de forţă mic şi deci lucrează în aceleaşi condiţii cu cvadricepsul femural, — şi

— forţa muşchilor gemeni, care prin tendonul lui Achile mînuiesc un braţ de forţă lung şi lucrează în condiţii mecanice mai bune.

De aici, putem spune că mişcarea de flexie a gambei începe prin contracţia tricepsului neural şi se continuă şi se amplifică prin contracţia muşchilor ischio-gambieri.

Scanned with OKEN Scanner

este și mai complexă, dat fiind jocul de forțe care apar pe parcursul executării unor mișcări complexe și cărora mușchii trebuie să răspundă în mod coordonat și eficient.

După cum este cunoscut, lanțurile cinematice sînt mobilizate de lanțuri musculare; în cadrul acestora, grupele musculare se leagă între ele după necesitățile mișcării care trebuie efectuată. Intrarea în contracție sau relaxarea fiecărei grupe musculare din cadrul unui lanț muscular trebuie să fie perfect coordonată pentru ca mișcarea să aibă o eficiență cît mai mare. În acest cadru, prof. K. Hochmuth (Leipzig) a emis principiul biomecanic al *„coordonării impulsurilor parțiale"*, în baza căruia — prin înregistrări electromiografice — se pune în evidență cu precizie momentul intrării în acțiune a fiecărei grupe musculare din cadrul unui lanț muscular. Orice precedență sau întîrziere a contracției dezvoltă în cadrul lanțului muscular reacții de frînă care nu numai că scad eficiența mișcării, dar pot produce și accidenta întinderi sau ruperi musculare.

Un exemplu în acest sens va fi edificator: la startul în alergarea de viteză, sportivul în poziția „pe locuri" are un sprijin multiplu cu cele patru membre pe sol, membrele inferioare în sprijin pe bloc starturi, iar cele superioare în sprijin pe sol, la nivelul umerilor. În această poziție, lanțul muscular al triplei extensii (extensorii coapsei, ai gambei și flexorii plantari) care va efectua contracția explosivă de plecare din start, este relaxat. În poziția „fiți gata!", sportivii ridică ușor bazinul și, odată cu aceasta, și centrul general de greutate al corpului, care este și ușor împins înainte. Semnificația biomecanică a acestei poziții care precede țîșnirea din start, este următoarea: prin ridicarea bazinului se pun în ușoară tensiune grupele musculare ale lanțului triplei extensii, care va efectua plecarea din start. În plus, prin ușoara ridicare a bazinului, se realizează între pîrghiile membrului inferior, coapsa, gamba și laba piciorului, *„unghiuri optime de flexie"*, de la care se poate începe contracția puternică a triplei extensii cu cea mai mare eficiență. Acesta este un alt principiu biomecanic stabilit de K. Hochmuth. Unghiul optim de flexie este o noțiune de individualizare, fiind specific fiecărui sportiv; el depinde de lungimea segmentelor, masa musculară, vîrsta și gradul de pregătire al sportivului. El se stabilește pe parcursul antrenamentului sportiv și are un rol deosebit în eficiența oricărei mișcări de impulsie de la sol, fie că este vorba de plecarea din start, bătaia la sărituri sau impulsul final la aruncări.

În cazul cînd unghiul de la care se declanșează contracția energică a lanțului triplei extensii este mai mare decît cel optim, eficiența plecării din start scade. În cazul cînd unghiul de plecare este mai mic decît cel optim, așa cum se întîmplă frecvent la începători din dorința de a realiza repede mari performanțe, se pot întîmpla accidente de întinderi sau rupturi musculare.

Cauzele rupturilor musculare sînt multiple și sînt fie mecanice, fie de natură nervoasă, cînd impulsurile parțiale nu sînt suprapuse și perfect coordonate cu necesitățile mecanice ale mișcării.

Scanned with OKEN Scanner

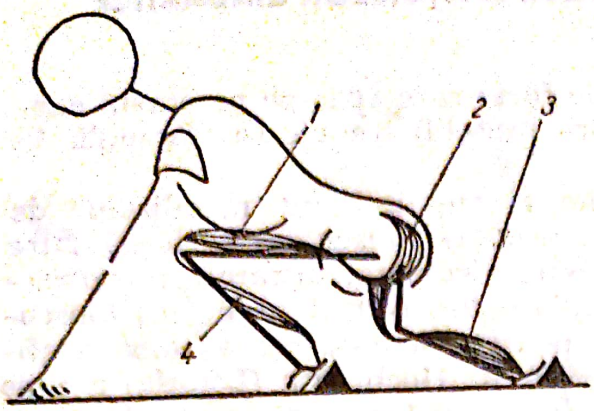


Fig. 210. Lanțurile musculare care acționează în startul din alergarea de viteză

1 — Extensorii gambei; *2* — Extensorii coapsei; *3, 4* — Flexorii plantari.

Cele mai frecvente întinderi și rupturi musculare se produc la membrele inferioare, în efortul de impulsie de la sol în startul din alergarea de viteză sau bătaia la sărituri. La membrele superioare se produc mai ales în efortul final din aruncări: greutate, suliță, disc.

În startul din alergarea de viteză forța explosivă este asigurată de lanțul muscular al triplei extensii. Acesta efectuează impulsia energică de la sol și prin aceasta plecarea din start. O analiză amănunțită a mișcării ne arată că există forțe, adică mușchi, care — fiind biarticulari — îndeplinesc acțiuni diferite la nivelul articulației coxofemurale și la genunchi. Unele din aceste acțiuni sînt contrarii necesității de triplă extensie. Astfel, mușchii ischio-gambieri (biceosul, semitendinosul și semitenbranosul) sînt extensori ai coapsei și flexori ai gambei. Ca extensori ai coapsei sînt sinergici cu mușchii fesieri, dar ca extensori ai gambei, sînt antagoniști cvadricepsului femural. În acest timp, dreptul femural, extensor al gambei, este și flexor al coapsei, fiind antagonist extensorilor coapsei (fisierilor și ischio-gambierilor). În fig. 210 sînt arătate aceste forțe antagonice, care — în cadrul unui efort intens, explosiv — pot fi cauza întinderilor sau rupturilor musculare. Plecarea din start urmează după o triplă extensie, dar extensiei coapsei i se opune dreptul femural care face flexia coapsei și extensia genunchiului. Ischio-gambierii participă la extensia coapsei, dar prin contracția lor produc și flexie la genunchi, devenid o forță care se opune extensiei gambei. După cum vedem, mușchiul drept femural și ischio-gambierii sînt mușchii la nivelul cărora apar forțe contrarii, care explică de ce tocmai la acești mușchi apar întinderile și rupturile musculare.

Pe parcursul antrenamentului, pe de o parte se stabilește o fină coordonare neuromusculară, care determină micșorarea reacțiilor contrarii, iar pe de altă parte crește capacitatea de extensibilitate și elasticitate a mușchilor; în felul acesta accidentele devin rare sau dispar cu desăvîrșire.

După cum am văzut, asigurarea posturală și motricitatea sînt rezultatul activității musculaturii corpului, care formează în jurul cuplurilor și lanțurilor cinematice, grupe și lanțuri musculare. Specificul mișcărilor omului este marea lor variabilitate, finețea și precizia. Datorită lanțurilor cinematice deschise, mișcările se pot face și în alte planuri și axe decît cele proprii ale fiecărei articulații în parte. Din acest motiv, grupele și lanțurile musculare variază necontenit, în alcătuirea lor intrînd de cele mai multe ori numai o parte din fibrele musculare, adică numai acelea a căror direcție de tracțiune coincide cu structura motrică a unei mișcări complexe. Trecerea de la o mișcare la alta, cere schimbarea necontenită a compunerii fiecărei grupe sau lanț muscular. De aceea, pu-

Scanned with OKEN Scanner

tem afirma că fiecare mişcare simplă sau complexă are grupa sau lanţul său particular, iar analiza biomecanică are sarcina de a descoperi componentele motrice ale mişcării sau poziţiei respective. Odată cunoscute, se pot imagina şi alcătui complexe de exerciţii, aparate şi metode de antrenament, care să se suprapună, dacă se poate sau să se apropie cît mai mult de deprinderea motrică de bază. Dacă nu se ţine seama de aceste date, apar deprinderi motrice parazite, care împiedică foarte mult însuşirea tehnicii celei mai avansate.

TIPURILE BIOMECANICE DE ACTIVITATE MUSCULARĂ

Antrenamentul ştiinţific impune şi alte cerinţe, unde biomecanica poate aduce un aport deosebit de preţios. Cercetările din ultima vreme au arătat că activitatea depusă de musculatura corpului nu este atît de simplă şi că în asigurarea poziţiilor şi mişcărilor apar aspecte particulare ale activităţii musculare.

Este cunoscut faptul că mişcările sînt asigurate prin efort muscular dinamic, care dezvoltă lucru mecanic, iar poziţiile sînt asigurate prin efort muscular static — izometric. Studii mai amănunţite au arătat că în efectuarea mişcărilor, pe lîngă componenta dinamică, izotonă, există şi o componentă de efort muscular static, iar proporţia dintre efortul dinamic şi cel static variază după specificul mişcării.

De asemenea, studiul efortului dinamic a permis să se deosebească cîteva particularităţi biomecanice extrem de importante pentru conducerea ştiinţifică a pregătirii fizice.

TIPURI BIOMECANICE DE ACTIVITATE DINAMICĂ

Contracţia izotonă a muşchilor produce mişcare, adică deplasarea segmentelor osoase; în timpul contracţiei, muşchiul îşi scurtează lungimea, îşi schimbă forma, însă volumul rămîne acelaşi. Segmentele osoase pe care se fixează muşchiul se apropie, iar tensiunea dezvoltată prin contracţie rămîne aceeaşi (izotonie).

Studiul mai aprofundat al mişcării a arătat că ea se produce şi cînd muşchiul care s-a contractat îşi cedează treptat scurtarea, iar segmentele osoase se depărtează lent. Este un nou aspect al asigurării mişcării, tot izotone, dar printr-un mecanism invers.

Astăzi este admis în biomecanică că muşchiul poate dezvolta două tipuri de activitate dinamică, unul *„de învingere“* şi altul *„de cedare“*.

Se înţelege prin *activitate dinamică de învingere*, mişcarea produsă prin scurtarea muşchiului, care apropie segmentele osoase. Din acest motiv, ea mai poartă numele de *activitate concentrică*.

Activitatea dinamică de cedare produce mişcarea prin cedarea treptată a scurtării, — segmentele osoase se depărtează încet, din care motiv

Scanned with OKEN Scanner

această activitate a fost denumită *excentrică*. Este important de subliniat că nu trebuie să se confunde activitatea dinamică de cedare cu relaxarea mușchiului, în timpul cedării, mușchiul se alungește treptat prin cedarea progresivă a scurtării sale.

Precizarea acestor două tipuri de activitate musculară dinamică a determinat schimbarea unor opinii mai vechi din anatomia funcțională referitor la acțiunea mușchilor somatici, care erau împărțiți — în raport cu acțiunea lor — în mușchi flexori, extensori, abductori, aductori etc.

Astăzi se știe că unul și același mușchi poate produce atît acțiunea lui clasic cunoscută, cît și acțiunea antagonistă acesteia. Astfel, în anatomia clasică, mușchii șanțurilor vertebrale sînt cunoscuți ca extensori ai coloanei vertebrale, asigurînd prin contracția lor dinamică *„de învingere"* poziția verticală a corpului. Astăzi se știe că aceiași mușchi ai șanțurilor vertebrale asigură și flexia coloanei vertebrale, înclinarea înainte a corpului, însă prin activitatea dinamică „de cedare".

De asemenea, mușchii pereților abdominali asigură din poziția culcat flexia trunchiului prin activitate dinamică „de învingere" și extensia trunchiului, însă prin activitate dinamică „de cedare".

Bicepsul brahial este flexor al cotului prin activitate dinamică „de învingere" și extensor al antebrațului prin activitate dinamică „de cedare".

În felul acesta se poate demonstra pentru fiecare mușchi în parte cele două tipuri de activitate musculară dinamică. Deci noțiunea clasică de mușchi flexori, extensori etc. a devenit relativă, ea exprimînd numai un aspect al capacității lui motrice.

Noțiunea de activitate dinamică „de învingere" și „de cedare" are o mare importanță practică. Cîteva exemple vor fi edificatoare prin concluziile lor practice.

Astfel, genuflexia cu haltere — exercițiu larg folosit în antrenament pentru creșterea forței — este o mișcare compusă din două faze: ridicarea și coborîrea.

În faza de ridicare se produce extensie în articulația coxofemurală, genunchi și flexia plantară în articulația talo-crurală. Lanțul muscular care asigură faza de ridicare este tripla extensie de la membrele inferioare, prin activitate musculară dinamică „de învingere".

În faza de coborîre se produce o flexie în articulațiile membrelor inferioare, aparent; fiind vorba de flexie ar trebui să fie asigurată de grupele musculare flexoare ale acestor articulații. În realitate, asigurarea fazei de coborîre se face tot de lanțul triplei extensii, însă prin activitate musculară dinamică „de cadare".

În concluzie, vedem că efortul muscular care asigură genuflexia cu haltere este îndeplinit numai de lanțul triplei extensii. De aceea, dacă într-o anumită mișcare avem nevoie să creștem forța lanțului triplei flexii, trebuie să găsim un alt exercițiu, cum ar fi spre exemplu, din culcat, tracțiune cu piciorul la un helcometru.

Mișcarea de tracțiune în brațe la bară fixă este compusă din două faze: de tracțiune (ridicare) și de coborîre.

În faza de tracțiune acționează un lung lanț muscular format din: flexorii degetelor, ai pumnului, cotului, retroductorii și aductorii bra-

Scanned with OKEN Scanner

ţului, muşchii care coboară şi basculează medial scapula. Activitatea depusă de acest lanţ muscular este dinamică, „de învingere".

În faza de coborîre acţionează acelaşi lanţ muscular, însă prin activitate dinamică „de cedare".

După cum vedem, prin tracţiunile la bară, — exerciţiu des folosit pentru creşterea forţei la membrele superioare — noi nu antrenăm de fapt decît muşchii care formează lanţul descris mai sus. Pentru restul grupelor şi lanţurilor musculare trebuie să găsim alte exerciţii.

Din analiza biomecanică a acestui exerciţiu rezultă importante concluzii practice. Există indicaţii şi contraindicaţii la aplicarea lui, întrucît nu foloseşte decît în anumite ramuri şi probe sportive. El este indicat în canotaj, gimnastica sportivă, înot, volei, handbal, — unde lanţul muscular antrenat prin tracţiuni, la bară acţionează şi în principalele acte motrice din aceste ramuri sportive.

Tracţiunile la bară sînt contraindicate la toate stilurile de aruncări (mai puţin ciocanul), în box etc., întrucît la aceste ramuri sportive acţionează alte lanţuri musculare.

La săritura în lungime cu elan, în toate variantele ei, activitatea dinamică „de învingere" şi „de cedare" contribuie în diferite faze la creşterea randamentului. Astfel, la bătaie, acţionează lanţul triplei extensii, prin activitate dinamică de învingere, iar la aterizare acţionează acelaşi lanţ muscular, însă cu activitate dinamică „de cedare". În pregătirea săriturilor va trebui să ţinem seama de aceste aspecte rezultate din analiza biomecanică şi în funcţie de pregătirea sportivilor se vor indica exerciţii care să antreneze tripla extensie atît la activitatea dinamică de învingere cît şi la cea de cedare.

TIPURI BIOMECANICE DE ACTIVITATE STATICĂ

Activitatea statică, de asigurare posturală, este şi ea complexă din punct de vedere biomecanic. Ea este strict legată de tipurile de echilibru în care corpul omenesc se poate afla, adică în echilibru stabil sau instabil.

Analizată astfel, activitatea statică este de trei feluri: de consolidare, fixare sau echilibrare, şi de menţinere.

Activitatea statică de consolidare se întîlneşte în toate cazurile în care corpul sau segmentele sale luate separat se află în echilibru stabil (fig. 211).

Un corp se află în echilibru stabil atunci cînd centrul său general de greutate se află sub baza de sprijin, cum sînt toate poziţiile atîrnat la diverse aparate. Caracteristica sa mecanică principală este că dacă o forţă acţionează asupra corpului aflat în echilibru stabil, el pendulează pînă ce revine în poziţia de plecare.

În aceste situaţii, musculatura corpului se contractă izometric cu scopul de a proteja, de a consolida articulaţiile faţă de forţele care tind să întindă sau să rupă ligamentele. Contracţia statică de acest tip se nu-

Scanned with OKEN Scanner

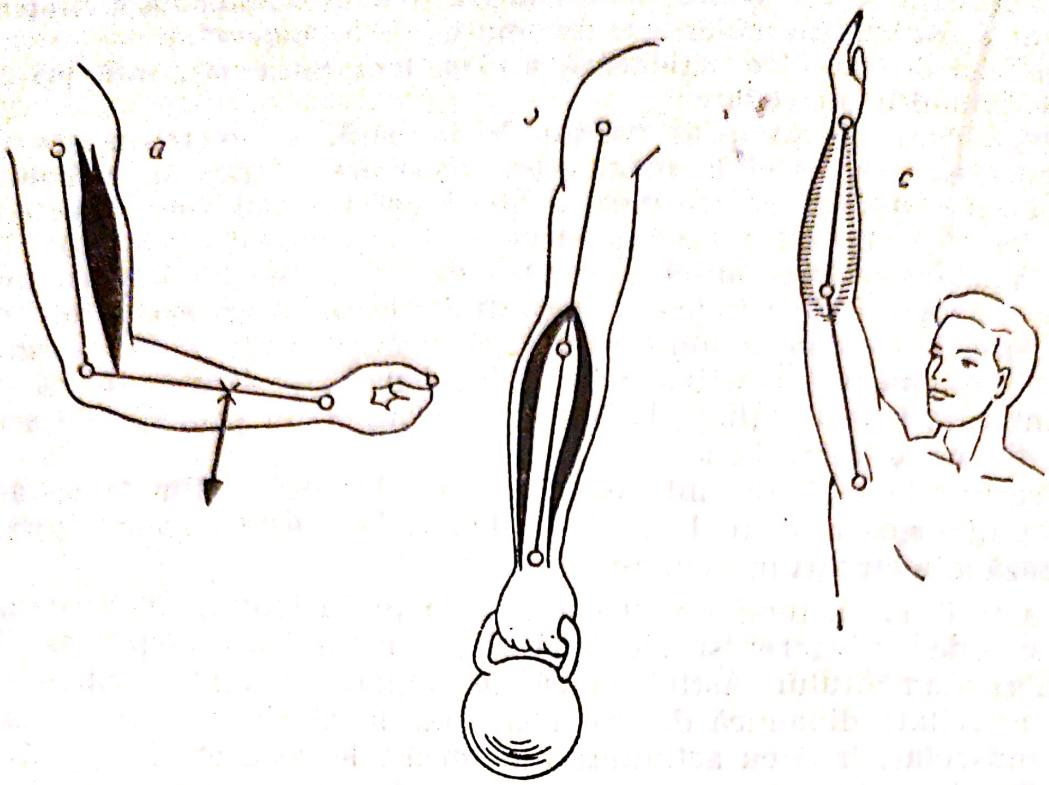


Fig. 211. Forme de activitate musculară statică
a) — de menținere; *b)* — de consolidare; *c)* — de fixare (echilibrare).

meşte *de consolidare* şi este îndeplinită cu participarea tuturor grupelor şi lanţurilor musculare antagoniste. Valoarea forţei contracţiei statice de consolidare este mai mare în vecinătatea bazei de sprijin (inele, bară etc.) şi descreşte către extremitatea care atîrnă liber. În mişcările de rotaţie ale corpului la bară fixă (gigantica), valoarea forţei de consolidare este maximă la 180°, cînd corpul trece pe sub bară, ajungînd să depăşească de două — trei ori greutatea sportivului.

Activitatea statică de consolidare poate fi folosită cu succes pentru creşterea globală a forţei musculaturii, chiar la copii şi şcolari, întrucît — aşa cum am arătat — ea solicită static toate grupele şi lanţurile musculare antagoniste, iar valoarea solicitării nu este mare decît cînd poziţiile atîrnat se fac cu îngreuiere. Poziţii diverse în atîrnat, mai ales la scara fixă, se folosesc în gimnastica terapeutică pentru corectarea unor deficienţe fizice.

Activitatea statică de fixare (echilibrare) se întîlneşte în toate cazurile în care corpul sau segmentele sale se găsesc în poziţie de echilibru nestabil.

Un corp se află în echilibru nestabil atunci cînd centrul său general de greutate se află situat deasupra bazei de sprijin, poziţia stînd, şezînd etc. Întreaga activitate de educaţie fizică şi sport este desfăşurată în imensă majoritate din poziţii de echilibru nestabil. Chiar pe parcursul mişcărilor, aşa cum am arătat mai sus, pe lîngă activitatea dinamică, există o componentă de efort static de valoare diferită, în funcţie de par-

Scanned with OKEN Scanner

ticularitățile mișcărilor. Există deci o infinitate de situații în care corpul sau segmentele sale se află în echilibrul instabil care este asigurat prin activitate statică de fixare, care se mai numește și de echilibrare, întrucît efortul static al musculaturii are acest scop:

Activitatea statică de fixare (echilibrare) este îndeplinită de grupele și lanțurile musculare antagoniste, iar valoarea ei cea mai mare este în apropierea bazei de sprijin (sol, aparate). Valoarea efortului static de echilibrare crește în pozițiile corpului în care verticala C.G.G. nu este în centrul bazei de sprijin ci spre periferia ei sau chiar în afara acesteia (poziția cumpănă cu brațele lateral). Viețuitoarele și corpul omului, spre deosebire de corpurile inerte, pot păstra echilibrul — în anumite limite — chiar cînd verticala C.G.G. nu cade în perimetrul bazei de sprijin; corpurile inerte cad în momentul cînd înclinarea lor scoate verticala C.G.G. din limitele sprijinului. La viețuitoare și la om acest lucru este posibil datorită contracției statice de echilibrarea musculaturii; efortul va fi cu atît mai mare, cu cît verticala centrului de greutate depășește mai mult baza de sprijin.

Valoarea efortului static de echilibrare mai variază și în funcție de alți factori mecanici, cum este *unghiul de stabilitate*. Acest unghi este format din verticala C.G.G. și o dreaptă care unește C.G.G. cu marginile bazei de sprijin. Cu cît unghiul de stabilitate este mai mic, cu atît gradul de stabilitate este mai mic, iar activitatea statică de fixare (echilibrare) este mai mare și invers. De asemenea, cu cît C.G.G. este mai înalt față de baza de sprijin, iar aceasta are un perimetru mai mic, cu atît stabilitatea este mai mică, și efortul static de asigurarea echilibrului este mai mare și invers.

Există deci în cadrul pozițiilor cu echilibru nestabil o mare varietate, unde gradul de stabilitate variază în funcție de parametrii arătați mai sus. De aceea, în analiza biomecanică a unei asemenea poziții, pentru a aprecia justa valoare a efortului muscular static, este indicat a cunoaște înălțimea C.G.G., suprafața bazei de sprijin și locul unde este verticala C.G.G.

În practică, activitatea statică de echilibrare se folosește în cadrul pregătirii fizice generale, în corectarea unor deficiențe fizice mai ales ale coloanei vertebrale și în cadrul a numeroase poziții și mișcări pentru creșterea capacității de echilibrare.

Activitatea statică de menținere este al doilea tip de efort static; el se întîlnește atît în pozițiile de echilibru stabil cît și în cele cu echilibru nestabil, ori de cîte ori membrele superioare sau inferioare, prin poziția lor se depărtează de verticala C.G.G. Astfel, membrul superior care atîrnă liber în poziția stînd se află în echilibru stabil, cu sprijiniul în articulația scapulo-humerală, iar activitatea statică este de consolidare. Dacă ducem membrul superior întins în anteducție sau abducție, activitatea musculară care asigură această poziție este „*de menținere*“ (fig. 211) și este îndeplinită de anteductori sau abductori, fără participarea antagoniștilor.

De asemenea, în poziția stînd, cu trunchiul aplecat înainte, activitatea statică pentru trunchi este de menținere, fiind asigurată de mușchii șanțurilor vertebrale (fig. 212).

Scanned with OKEN Scanner

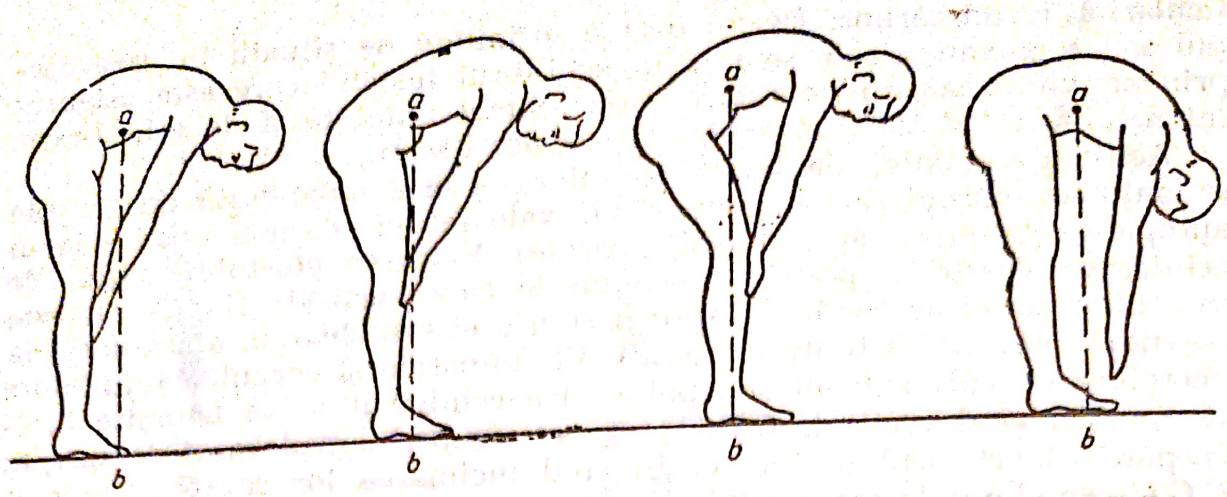


Fig. 212. Poziția stînd cu trunchiul flectat; modul cum cade verticala C.G.G.

În poziția atîrnat echer (fig. 213) activitatea statică de menținere este asigurată de un lanț muscular format din flexorii coapsei pe bazin, extensorii gambei și flexorii plantari.

Importanța pentru practica educației fizice și a sportului a acestui tip de activitate musculară statică, rezultă din faptul că pozițiile sînt asigurate numai de către anumite grupe sau lanțuri musculare, fără participarea antagoniștilor. În felul acesta, pot fi antrenate selectiv pentru

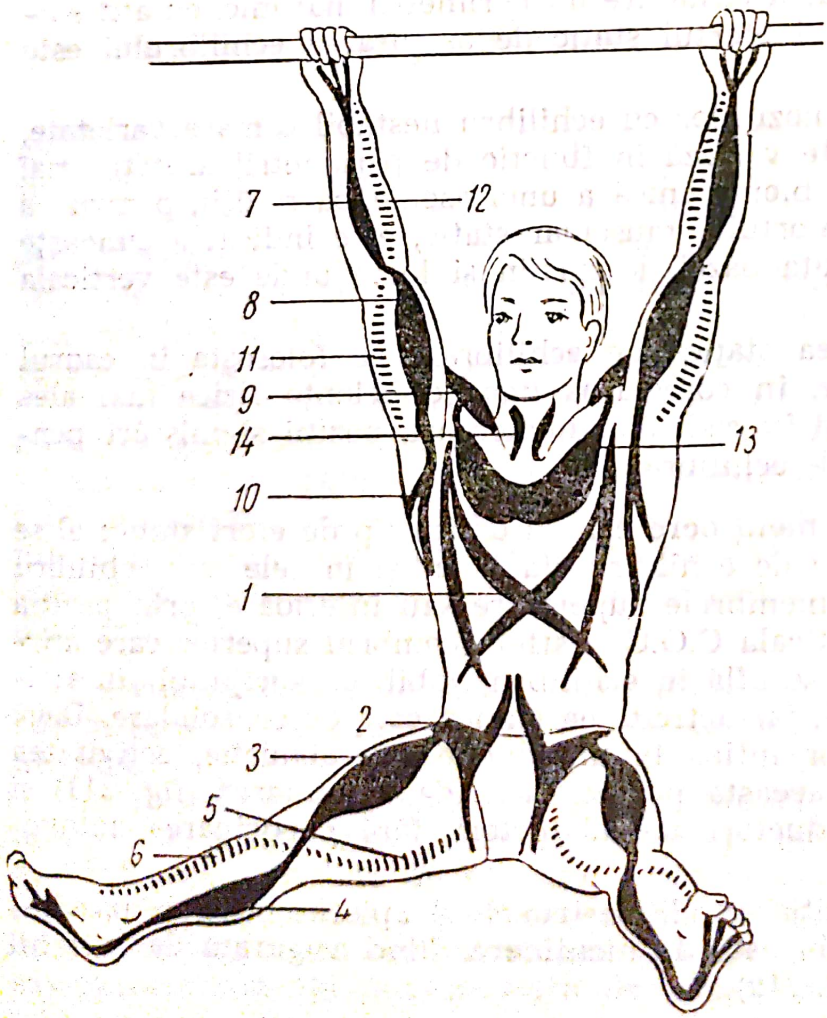


Fig. 213. Lanțurile musculare care asigură poziția „atîrnat — echer".

1 — Lanțurile musculare încrucișate ale pereților abdominali; *2* — Flexorii coapsei pe bazin; *3* — Extensorii gambei; *4* — Flexorii plantari; *5* — Flexorii gambei; *6* — Flexorii dorsali ai piciorului; *7* — Flexorii degetelor; *8* — Flexorii cotului; *9* — Abductorii brațului; *10* — Retroductorii brațului; *11* — Extensorii cotului; *12* — Extensorii degetelor; *13* — Aductorii brațului; *14* — Flexorii gîtului.

Notă: Haşurat sînt reprezentate grupele musculare antagoniste.

Scanned with OKEN Scanner

creşterea forţei prin efort izometric numai anumite grupe sau lanţuri musculare care ne interesează. Important este ca la orice poziţie să precizăm care sînt grupele sau lanţurile musculare care depun efort static de menţinere, poziţii pe care apoi să le folosim pentru antrenament izometric la mişcările unde ne interesează să dezvoltăm forţa.

Activitatea statică de menţinere are deci o mare importanţă în pregătirea fizică specială şi individualizată. Ea are o largă aplicativitate şi în gimnastica corectivă, în readucerea motrică după accidente sau îmbolnăviri. În acest cadru, cea mai mare importanţă o are selecţia numai a acelor poziţii, la care asigurarea efortului static de menţinere se face de către grupa sau lanţul muscular care ne interesează. La acestea se pot aplica exerciţii izometrice perfect dozate ca îngreuiere, obţinîndu-se importante creşteri ale forţei musculare.

Astfel, la copiii care au o forţă slabă de şut se pot recomanda, printre alte metode şi „poziţia atîrnat echer" — cu sau fără îngreuiere, întrucît lanţul muscular care asigură echerul este identic cu cel care efectuează şutul la fotbal.

Nu există grupă sau lanţ muscular din corpul omului care să nu poată fi antrenat pentru creşterea forţei care să nu beneficieze de această metodă. Toată măiestria constă în a găsi poziţia care să asigure prin efort static „de menţinere" de către grupa sau lanţul muscular care ne interesează.

PRINCIPALELE LANŢURI MUSCULARE ALE CORPULUI

Asigurarea posturală şi mişcările corpului omenesc sînt efectuate de către musculatura dispusă în jurul articulaţiilor sub formă de grupe şi lanţuri musculare; ultimele variază în funcţie de specificul mişcării, care solicită diferit elementele neuromusculare sau, exprimat altfel, unităţile motorii.

Înainte de a intra în studiul concret al contribuţiei acestor grupe şi lanţuri musculare, este necesar să se facă o trecere în revistă a principalelor poziţii şi mişcări sportive, care în formă pură sau modificată intervin în asigurarea poziţiilor şi mişcărilor specifice educaţiei fizice şi unor ramuri sportive.

Este cunoscut faptul că majoritatea mişcărilor omului sînt complexe; ele mobilizează rareori numai cupluri cinematice simple.

În asigurarea mişcărilor există întotdeauna o îmbinare — în anumite proporţii — a activităţii dinamice cu elemente de activitate statică. De aceea, analiza contribuţiei musculaturii corpului în asigurarea poziţiilor sau mişcărilor este foarte complexă şi necesită un studiu amănunţit dacă vrem ca ea să poată servi la îmbunătăţirea metodicii antrenamentului.

Astfel, cînd se execută o mişcare împotriva gravitaţiei, cum sînt inspiraţia, flexia coapsei pe bazin, flexia cotului, a genunchiului etc., grupele musculare motoare în aceste articulaţii dezvoltă o acţiune de în-

Scanned with OKEN Scanner

vingere, iar cele antagoniste o acțiune de cedare. Dacă însă mișcarea se produce în același sens cu forța de gravitație, ca la flexia coloanei vertebrale, expirație, extensia coapsei din poziție de flexie etc., grupele musculare antagoniste sensului mișcării execută mișcarea printr-o acțiune de cedare, iar cele care acționează în același sens cu mișcarea participă în mod pasiv.

Lanțurile musculare ale trunchiului își execută activitatea în funcție de mobilitatea coloanei vertebrale. În tabelul de mai jos dăm mobilitatea în grade a coloanei vertebrale, după N. Ivanițki.

Regiunile coloanei vertebrale	Flexie	Extensie	Înclinări laterale	Răsucire
Regiunea cervicală	70°	60°	30°	75°
Regiunea dorsală	50°	55°	100°	40°
Regiunea lombară	40°	30°	35°	5°
Mișcări globale	160°	145°	165°	120°

Pe fața dorsală a trunchiului (fig. 214) se află cele două lanțuri musculare puternice ale extensorilor coloanei vertebrale, care prin direcția multiplă a mușchilor șanțurilor vertebrale participă la toate mișcările coloanei; astfel sistemul interspinos execută extensia, sistemul inter-

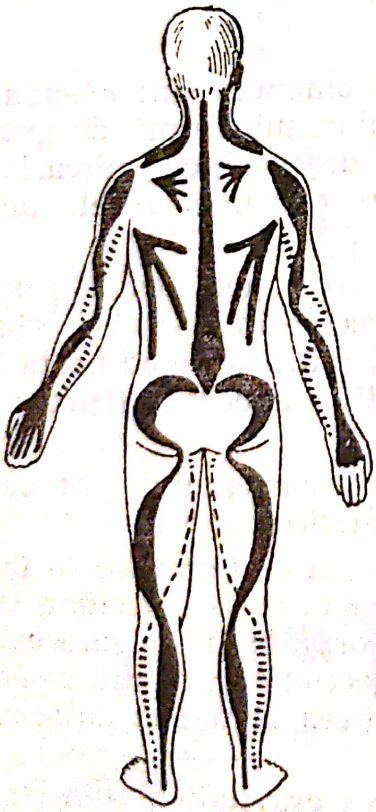


Fig. 214. Lanțurile musculare dorsale ale corpului

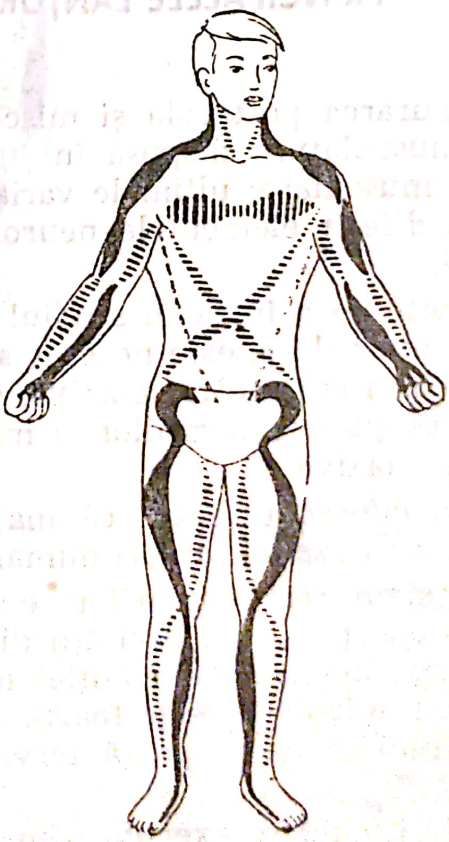


Fig. 215. Lanțurile musculare ventrale ale corpului

Scanned with OKEN Scanner

transvers înclinările laterale, sistemul transversospinos rotația de partea opusă, iar sistemul spinotransvers rotația de aceeași parte. Cînd lucrează în același sens cu gravitația, mușchii șanțurilor vertebrale asigură flexia printr-o contracție de cedare. În mișcările de răsucire a coloanei, lanțurile musculare ale sistemului transverospinos și spinotransvers se continuă pe fața ventrală a trunchiului cu mușchii oblici ai pereților abdominali.

Pe fața ventrală a trunchiului (fig. 215), pe lîngă cele două lanțuri musculare verticale ale drepților abdominali, antagoniste mușchilor extensori ai coloanei vertebrale, există două lanțuri musculare puternice oblice, care se întretaie, formînd cu cele oblice ale feței dorsale a trunchiului niște lanțuri spirale. Astfel, lanțul muscular al oblicului extern dintr-o parte se continuă cu direcția fibrelor oblicului intern de partea opusă, iar în partea dorsală a trunchiului cu sistemul tranversospinos de aceeași parte.

În general, pentru efectuarea mișcării de răsucire grupele musculare ale trunchiului formează două spirale care îl încercuiesc de la apofiza mastoidă pînă la bazin; toți mușchii care au fibrele paralele cu direcția spiralei vor fi sinergici în mișcarea de răsucire la dreapta sau la stînga a trunchiului.

Lanțurile musculare ale trunchiului se continuă cu cele ale membrelor superioare și inferioare, solidarizînd astfel întreg corpul în executarea mișcărilor sau asigurarea pozițiilor.

Lanțurile musculare ale membrelor superioare sînt capabile să asigure la om cele mai precise și mai complexe mișcări care s-au perfecționat în procesul muncii.

Mișcările simple de la nivelul fiecărei articulații se îmbină în mișcările complexe ale membrelor superioare, dintre care cele mai importante sînt:

— *Mișcarea de prehensiune* (apucare) și apropiere a membrelor superioare de trunchi. De exemplu mișcările de prindere a adversarului la lupte sînt asigurate de lanțul muscular al flexorilor degetelor, flexorilor carpului, cotului, pronatorilor antebrațului și aductorilor brațului (fig. 216). Acest lanț muscular este mai puternic la nivelul brațului, care este apropiat de trunchi atît de mușchii pectorali, cît și de dorsalul mare. Lanțul muscular se bifurcă, înlănțuind trunchiul atît ventral (pectoralii mari), cît și dorsal (marele dorsal, marele rotund).

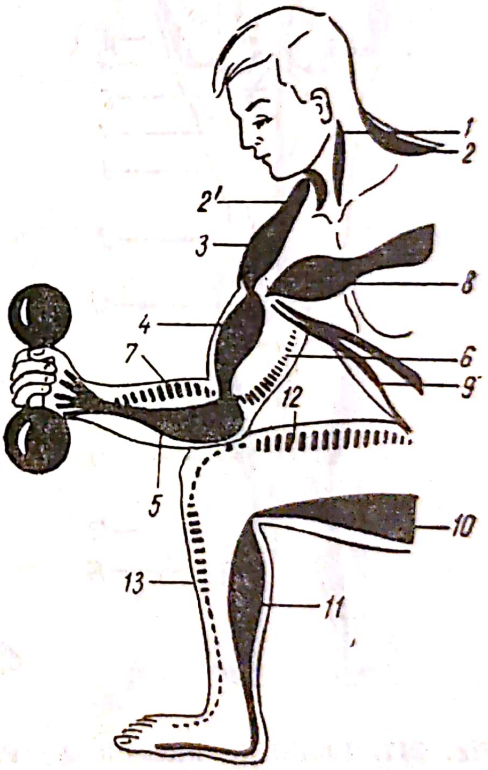


Fig. 216. Grupele și lanțurile musculare care asigură prehensiunea unei haltere.

1 — flexorii gîtului; *2* — Extensorii coloanei cervicale; *2—3* — Ridicătorii centurii scapulare și anteductorii; *4* — flexorii cotului; *5* — flexorii degetelor; *6* — extensorii cotului; *7* — extensorii degetelor; *8* — aductorii brațului; *9* — mușchii pereților abdominali; *10* — flexorii gambei; *11* — flexorii plantari; *12* — extensorii gambei; *13* — flexorii dorsali ai piciorului.

Notă: Haşurat sînt prezentați mușchii antagoniști.

Scanned with OKEN Scanner

— *Mișcarea de împingere*, care se efectuează la ridicarea halterei și în aruncări, se execută de regulă cu participarea trunchiului, care o amplifică, și a membrelor inferioare care fixează corpul pe sol (fig. 217, 218, 219).

La executarea acestei mișcări participa lanțul muscular care asigură ridicarea înaltă a brațului (elevația), format din mușchii care basculează lateral scapula (marele dințat și trapezul), abductorii în articulația scapuloumerală (deltoidul și supraspinosul) și extensorii cotului; la nivelul carpului și al mîinii se produce o blocare în flexie.

— *Mișcarea de lovire* are multe variante și este asociată de regulă cu mișcări de răsucire a trunchiului. Mișcările de lovire se folosesc cu

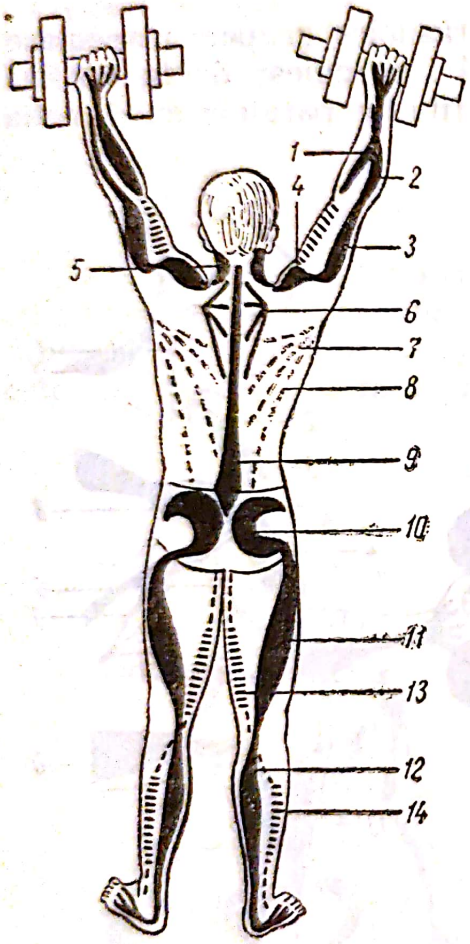


Fig. 217. Lanțurile musculare care asigură împingerea unor greutăți (vedere dorsală):

1 — extensorii degetelor; *2* — flexorii degetelor; *3* — extensorii cotului; *4* — abductorii brațului; *5* — ridicătorii centurii scapulare; *6* — mușchii care trag umerii înapoi; *7—8* — mușchii care coboară umerii; *9* — mușchii șanțurilor vertebrale; *10* — extensorii coapsei; *11* — extensorii gambei; *12* — flexorii plantari; *13* — flexorii gambei; *14* — flexorii dorsali ai piciorului.

Notă: Hașurat sînt reprezentați mușchii antagoniști.

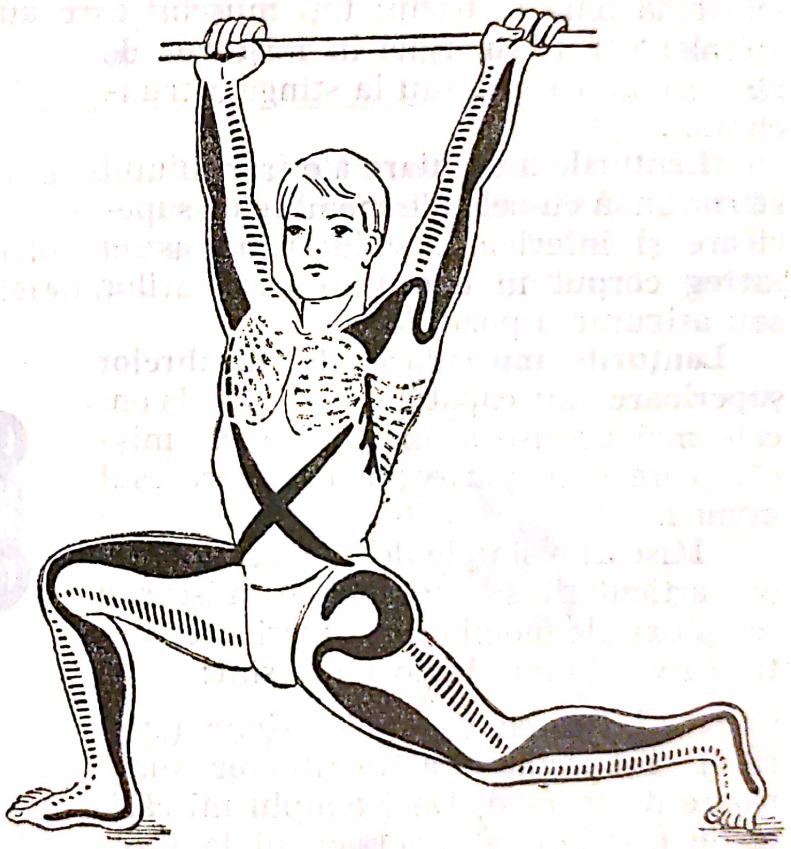
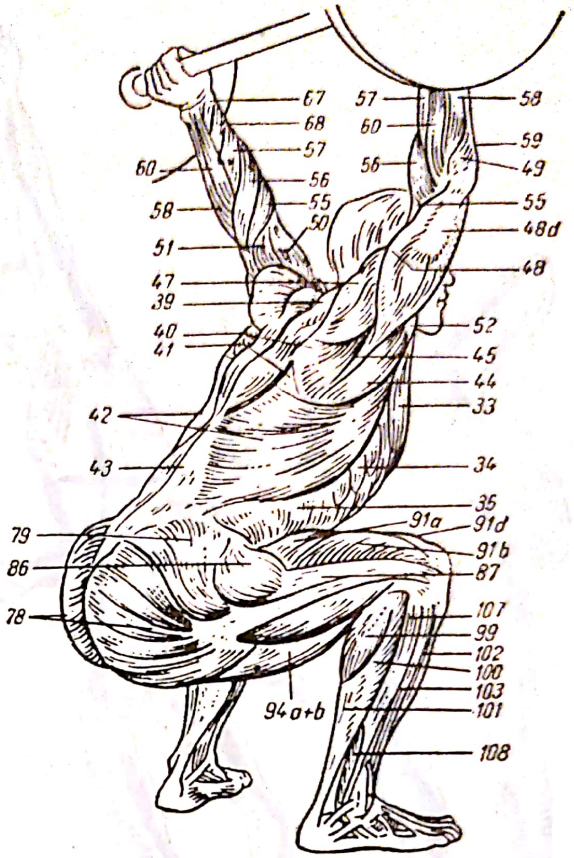


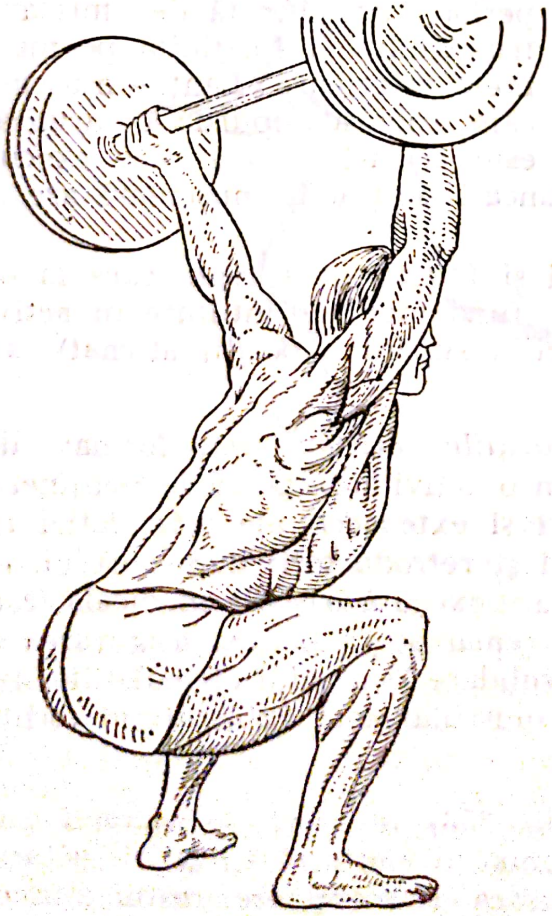
Fig. 218. Lanțurile musculare care asigură împingerea halterei

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 219. Dispoziţia musculară a lanţurilor cinematice la un halterofil. (după K. Tittel)

60 — M. extensor al degetelor (extensor digitorum communis); *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *51* — M. brahial (brahialis); *47* — M. deltoid (deltoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *41* — M. romboid mare (romboidens major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *67* — M. extensor scurt al policelui (extensor policis brevis); *68* — M. abductor lung al policelui (abductor policis longus); *57* — M. al doilea radali extern; *56* — M. prim radial extern; *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *94* — a + b — M. biceps femoral (biceps femoris); *57* — M. a doilea radial extern; *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum comunis); *56* — M. prim radial extern; *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *49* — M. anconeu (anconeus); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *48* — d — *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *52* — M. coraco — brahial (coraco — brahialis); *45* — M. Rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) — *a)* — pars descendens; *b)* pars transversus; *b)* — pars ascendens; *34* — M. marele dintat anterior (m. seratus antero-lateralismajor); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *91* — *a)* — M. (drept anterior) rectus anterius; *91* — *d)* — M. vast intermediar — vastus intermedius; *91* — *b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *87* — Fascia lata; *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *100* — M. solear — m. triceps sure; *103* — M. extens orlung al degetelor (extensor digitorum longus); *101* — Tendonul lui Achile; *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis).





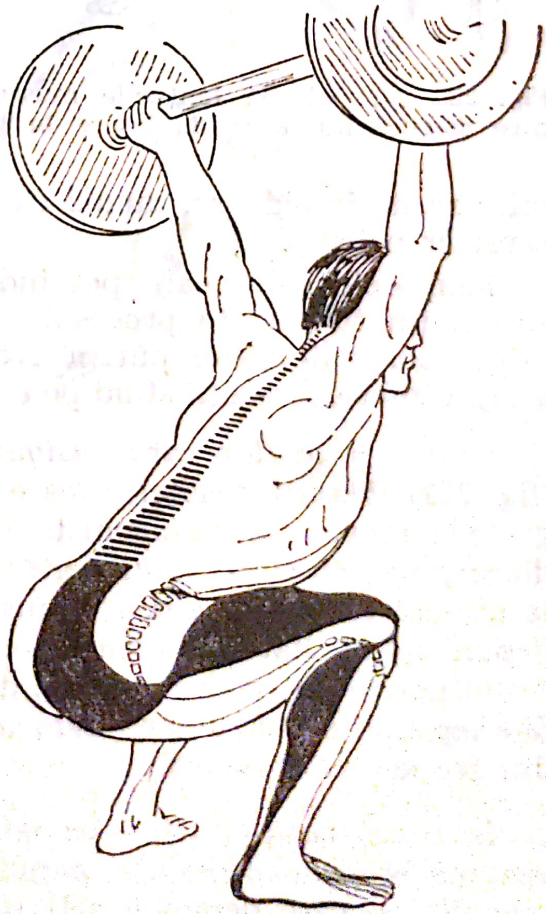


Fig. 220. Grupele și lanțurile musculare care asigură mișcarea de lovire la tenis.

particularități specifice în box, în lovirea mingii cu mîna (volei), cu racheta (tenis), sau cu crosa (hochei). Lanțul muscular care asigură mișcarea de lovire este format din (fig. 220) mușchii care basculează lateral scapula, din anteductorii centurii scapulare și ai humerusului, extensorii cotului, flexorii carpului și ai degetelor.

— *Mișcarea de aruncare* variază în funcție de obiectul care se aruncă. Astfel, în aruncarea greutății și a ciocanului membrele superioare acționează și ca pîrghii care măresc raza de rotație; în aruncarea suliței și a grenadei se execută numai un efort simplu de aruncare.

La aruncările de orice fel participă și lanțurile musculare ale trunchiului și membrele inferioare (fig. 221). Aruncarea constă dintr-o impulsie energică a membrului superior, amplificată de mișcările trunchiului și sprijinită pe membrele inferioare. Lanțul muscular care asigură impulsia în aruncări este același cu cel care execută mișcare de împingere, numai că în aruncări contracția musculară are un caracter balistic.

Membrele superioare pot îndeplini și funcții de sprijin, care la om sînt puțin folosite în procesul muncii, fiind mai des întîlnite în activitatea sportivă. Astfel putem avea sprijin superior (poziții atîrnat) sau sprijin inferior (poziții stînd pe mîini).

Lanțul muscular care asigură pozițiile atîrnat este format din (fig. 222) flexorii degetelor (care depun o activitate statică de menținere), grupele musculare antagoniste (flexori și extensori) ale articulației radiocarpiene și ale cotului, anteductorii și retroductorii humerusului, iar la nivelul centurii scapulare mușchii care execută bascula medicală (care depun o activitate de menținere). De remarcat că pentru asigurarea acestei poziții apare lucrul static de consolidare la nivelul articulațiilor radiocarpiene, cot și umăr, unde lanțul muscular este dublu, fiind format din grupele antagoniste.

În cazul poziției stînd pe mîini (fig. 223), în afară de mușchii care execută bascula medială a scapulei (romboizii, pectoralul mic, ridicătorul scapulei) și care depun o activitate statică de menținere, restul muscu-

Scanned with OKEN Scanner

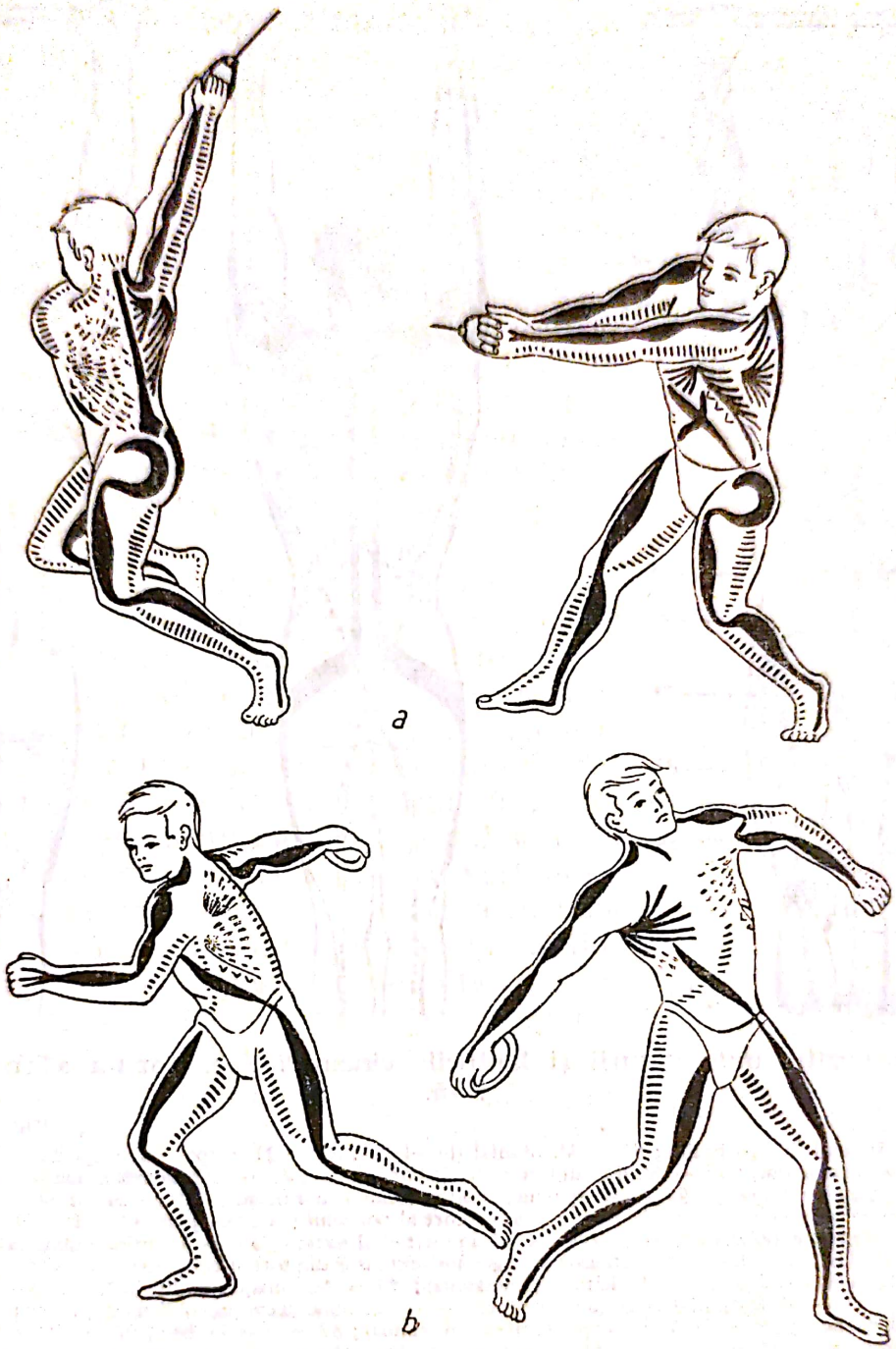


Fig. 221.

a) — Lanţurile musculare care asigură aruncarea ciocanului; *b)* — Idem, care asigură aruncarea discului.

laturii membrelor superioare formează două lanţuri antagoniste, care fixează articulaţiile (activitate statică de fixare).

În cazul mişcărilor de tracţiune (ridicarea la bară din poziţia atîrnat) *sau de împingere* din poziţia stînd pe mîini sau în sprijin (ventral sau dorsal), corpul se deplasează sub acţiunea lanţurilor musculare ale membrelor superioare care execută un lucru dinamic de învingere, cu deosebirea că în cazul cînd se fac tracţiuni acţionează lanţul muscular al flexorilor, iar în împingeri cel al extensorilor.

Scanned with OKEN Scanner

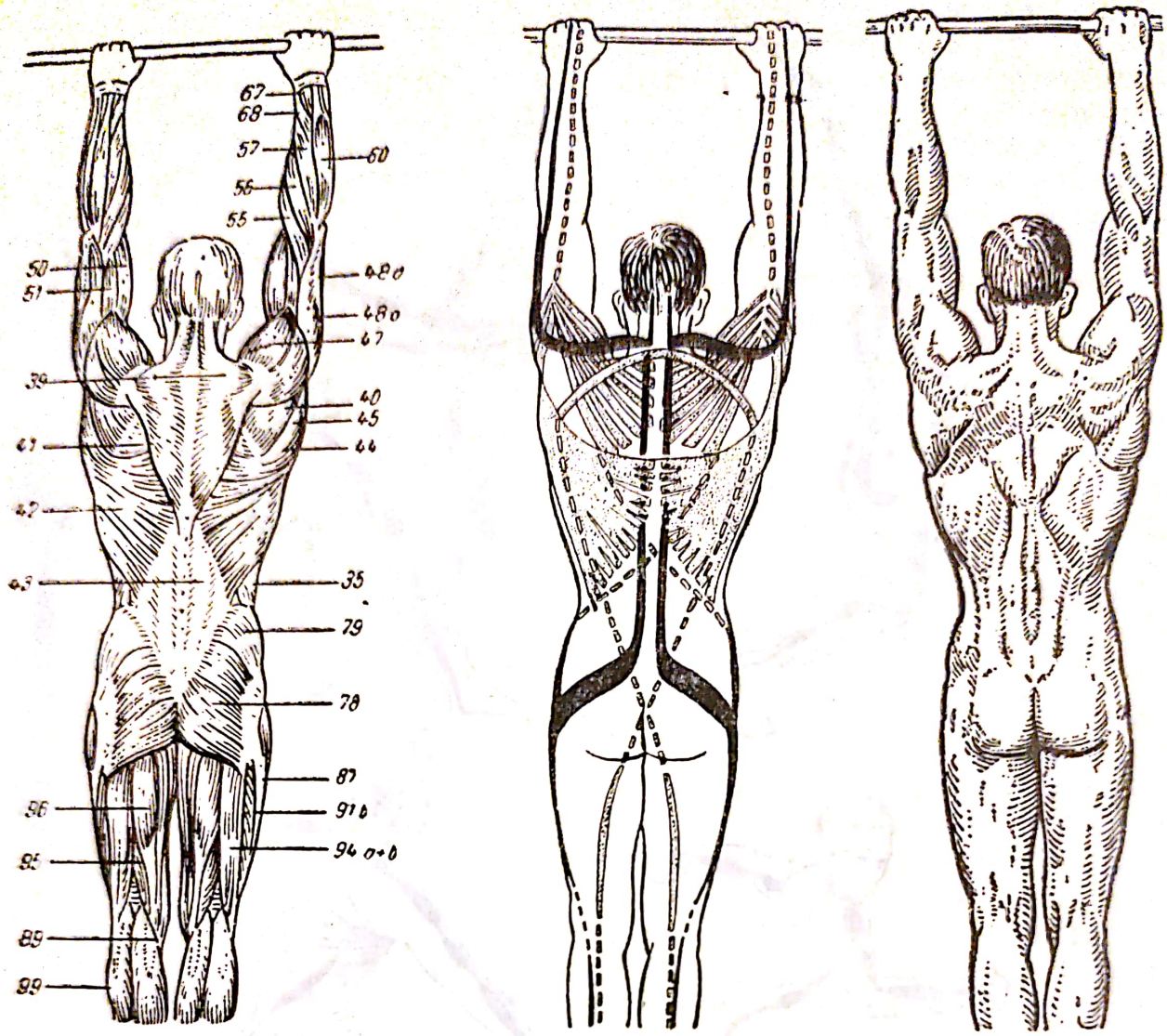


Fig. 222. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice în poziția atîrnat la bară fixă.

(după K. Tittel)

50 — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *39* — M. trapez (m. trapezius); *41* — M. romboid mare (romboidens major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *43* — Aponevroza lombo—sacrată; *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *89* — M. drept intern (gracillis); *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *67* — M. extensor scurt al policelui (extensor policis brevis); *68* — M. abductor lung al policelui (abductor policis longus); *57* — M. al doilea radial extern; *56* — M. prim radial extern; *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum comunis); *48* — *d) 48* — *a)* — M. triceps brahial (triceps brahi); *47* — M. deltoid (deltoideus); *40* — M. subspinos (m. inatus); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — Fascia lata; *91* — *b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *94* — *a + b)* — (drept anterior) rectus anterius; M. vast lateral — vastus lateralis.

Acestea sînt lanțurile musculare principale care asigură mișcările complexe ale membrelor superioare. La om, prin dezvoltarea scoarței cerebrale în procesul muncii, s-a perfecționat și lucrul lanțurilor musculare, devenind capabile să execute mișcări de mare finețe și extremă precizie. La efectuarea acestor mișcări numărul lanțurilor musculare este mult mai mare; el nu mai e format din grupe musculare, ci numai de porțiuni (fascicule) din mușchi, strict necesare pentru executarea mișcărilor. Acest lucru a devenit posibil grație capacității scoarței cerebrale, în care se stabilesc legături temporare între diferite zone neuronale necesare deprinderilor motrice de mare precizie și îndemînare.

Scanned with OKEN Scanner

Lanţurile musculare ale membrelor inferioare. În trecutul cel mai îndepărtat al filogenezei, membrele inferioare au îndeplinit funcţia de susţinere, ca la toate vertebratele patrupede. O dată cu apariţia staţiunii bipede şi a muncii, arhitectura membrelor inferioare s-a modificat, fără însă ca funcţia de susţinere să fie anulată. Mai mult, sustentaţia în poziţie verticală a necesitat o dezvoltare puternică a musculaturii, pentru a corespunde efortului sporit la care s-au adăugat funcţii de coordonare nervoasă a asigurării echilibrului corpului în staţiune şi în executarea mişcărilor. Apariţia muncii a perfecţionat şi mai mult lanţurile musculare şi coordonarea nervoasă, iar exerciţiile fizice o completează prin cerinţele complexe de efort şi de asigurarea echilibrului.

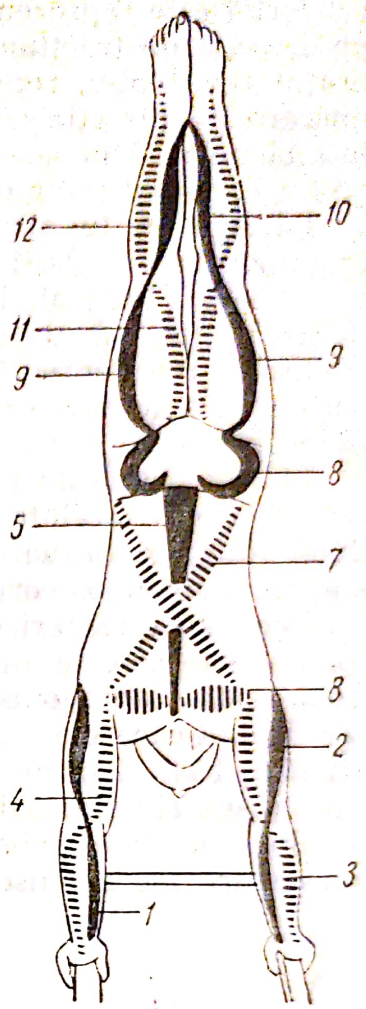


Fig. 223. Lanţurile musculare care asigură poziţia stînd pe mîini la paralele
1–2–5–8–9–10 — lanţuri extensoare; *3–4–7–11–12* — lanţuri flexoare.

Mersul biped a produs o serie de modificări ale scheletului: accentuarea curburilor coloanei vertebrale, turtirea dorsoventrală a toracelui, lărgirea centurii pelviene. Articulaţiile sacroiliace au fost întărite cu ligamente puternice (sacrospinos şi sacrotuberos), ca şi articulaţiile coxofemurale (ligamentele iliofemural, ischiofemural, şi pubofemural). La om, bazinul se mişcă numai concomitent cu coloana vertebrală lombară. Membrele inferioare, deşi articulate mobil, au o amplitudine mai redusă a mişcărilor comparativ cu cele superioare. Modificări substanţiale a suferit laba piciorului, prin dispunerea sub formă de boltă dublă (sagitată şi frontală) a pieselor scheletice ce o compun. Menţinerea curburilor normale ale bolţii plantarea este asigurată de ligamente şi de muşchi. Laba piciorului este solicitată cel mai mult în efortul static de asigurare a poziţiilor corpului, Ea are şi o mobilitate destul de mare, care creşte cu cît este solicitată mai mult în procesul muncii sau în activitatea sportivă. În articulaţia talocrurală sînt posibile doar flexia plantară (ridicarea pe vîrfuri) şi mişcarea opusă ei, flexia dorsală (ridicarea pe călcîie); în articulaţiile subastragaliene sînt posibile mişcări de supinaţie, îmbinate cu o uşoară aducţie, şi de pronaţie, îmbinate cu o uşoară abducţie; pentru ca aceste mişcări să se producă, este necesară participarea tuturor articulaţiilor scheletului labei piciorului, care, deşi rămîne între fiecare os în parte, se însumează şi dau mişcările globale arătate mai sus.

Laba piciorului are o importanţă deosebită în statica şi dinamica corpului omenesc şi mai ales în activitatea sportivă. Cea mai importantă dintre mişcările efectuate de laba piciorului este flexia plantară, care nu lipseşte din cele mai obişnuite activităţi ale omului — în mers, alergare, sărituri etc. În această mişcare laba piciorului acţionează ca o pîrghie de gradul I, unde punctul de sprijin este articulaţia talocrurală; bra-

Scanned with OKEN Scanner

ţul forţei este reprezentat de perpendiculara coborîtă din axul de mişcare pe direcţia de tracţiune a muşchiului triceps sural şi este mai mic decît braţul rezistenţei, reprezentat prin perpendiculara coborîtă din axul de mişcare pe direcţia reacţiei reazemului, care se aplică pe capetele metatarsienelor. Din această cauză efectuarea mişcării se face cu pierdere de forţă, dar cu cîştig de viteză.

Laba piciorului acţionează şi ca pîrghie de gradul II, atunci cînd luăm în considerare ceilalţi muşchi flexori plantari: tibialul, posterior, fibularii, flexorul lung al degetelor şi flexorul propriu al halucelui, care se inseră pe faţa plantară a labei piciorului. Braţul forţei este mai mic decît braţul rezistenţei; în plus, unghiul de tracţiune al muşchilor este ascuţit şi din această cauză avem o pierdere de forţă şi un cîştig de viteză, ceea ce favorizează viteza în cazul mişcării de impulsie.

Ţinînd seama de particularităţile anatomice şi mecanice ale membrelor inferioare arătate mai sus, analiza activităţii musculatorii se face după funcţiile principale pe care le îndeplinesc membrele inferioare în statica şi dinamica corpului omenesc.

Ceea ce caracterizează alcătuirea lanţurilor musculare ale membrelor inferioare este dispunerea flexorilor şi extensorilor sub forma a două lanţuri antagoniste, la care participă cîte trei grupe de muşchi, motiv pentru care ele au fost numite lanţul triplei flexii şi al triplei extensii (fig. 224). Lanţul muscular al triplei flexii este format din grupele musculare ale flexorilor coapsei pe bazin, flexorilor genunchiului şi flexorilor dorsali ai labei piciorului, iar cel al triplei extensii din grupele musculare ale extensorilor coapsei pe bazin, extensorilor genunchiului şi flexorilor plantari. Specificul staţiunii bipiede a impus la om o dezvoltare considerabilă a lanţului triplei extensii, încît raportul dintre greutatea muşchilor extensori şi flexori este de 2 : 1 la membrul inferior şi de 1 : 1 la membrul superior (Turan). Acesta demonstrează participarea mai puternică a lanţului muscular al triplei extensii la asigurarea staticii dinamicii corpului omenesc.

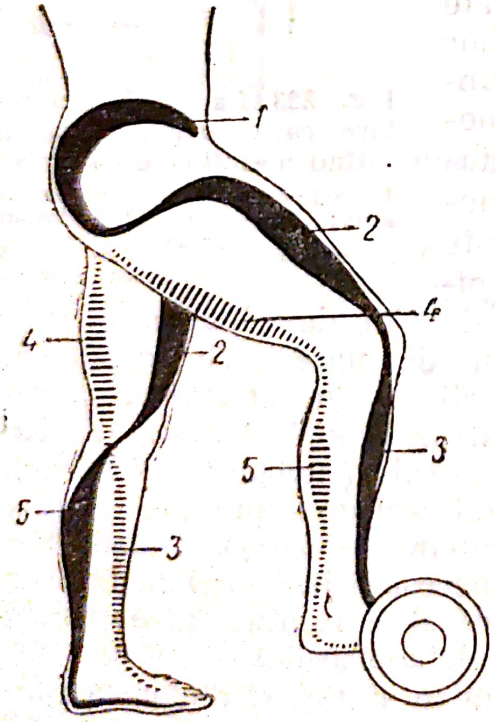


Fig. 224. Lanţul triplei flexii şi al triplei extensii

1 — extensorii coapsei; *2* — extensorii gambei; *3* — flexorii dorsali ai piciorului; *4* — flexorii gambei; *5* — flexorii plantari.

În acelaşi timp, greutatea muşchilor rotatori mediali şi laterali (respectiv pronatori şi supinatori) la membrele inferioare este mai mică (reprezentînd numai 1/30 din greutatea totală a musculaturii) decît la membrele superioare, unde ea reprezintă 1/5 din greutatea întregii musculaturi. Explicaţia constă în faptul că membrele inferioare execută mai puţine mişcări fine de rotaţie, decît cele superioare.

Scheletul membrelor inferioare, dat fiind rolul lor precumpănitor de susţinere, este mai greu decît al membrelor superioare. Raportul dintre greutatea scheletu-

Scanned with OKEN Scanner

lui și a musculaturii este 327,7 : 1 000 pentru membrele superioare și de 519,8 : 1 000 pentr umembrele inferioare.

O altă particularitate anatomică a membrelor inferioare este întinderea mare a suprafețelor de origine și inserție a musculaturii, comparativ cu cea a membrelor superioare. Astfel suprafața de origine a fesierului mare este de 23 de ori mai mare decît a mușchiului deltoid, iar suprafața de inserție de 4,5 ori mai mare (Kolesnikova și colectiv). Datorită acestui fapt, musculatura membrelor inferioare asigură în mai bune condiții pozițiile corpului și în mai mică măsură precizia și viteza mișcărilor.

Lanțurile musculare ale membrelor inferioare îndeplinesc deci importante funcții statice, precum și diferite mișcări, dintre care cele mai caracteristice sînt:

— *Mișcarea de impulsie*, principala mișcare din mers, alergare, sărituri și din alte numeroase acțiuni complexe pe care le execută corpul omenesc și segmentele sale. Ea este îndeplinită de lanțuri muscular al triplei extensii (fig. 225), care asigură impulsia de la sol; concomitent acționează musculatura care asigură fixarea segmentelor, necesară păstrării echilibrului, dar a cărei activitate este mai puțin importantă ca forță. Segmentele corpului care sînt mobilizate se înlănțuie sucesiv prin transferul forței de la unul la celălalt, de așa manieră încît să constituie o unitate motrică funcțională (Bayer). Ca la orice mișcare complexă, în lanțul de mișcări elementare care o compun fiecare are drept efect să facă pe următoarea mai adecvată, mai precisă, mai rapidă. Din punct de vedere mecanic, orice deplasare a unui element al lanțului cinematic antrenează o mișcare bine precizată a tuturor celorlalte elemente, pentru a plasa articulațiile în unghiurile cele mai favorabile activității musculare.

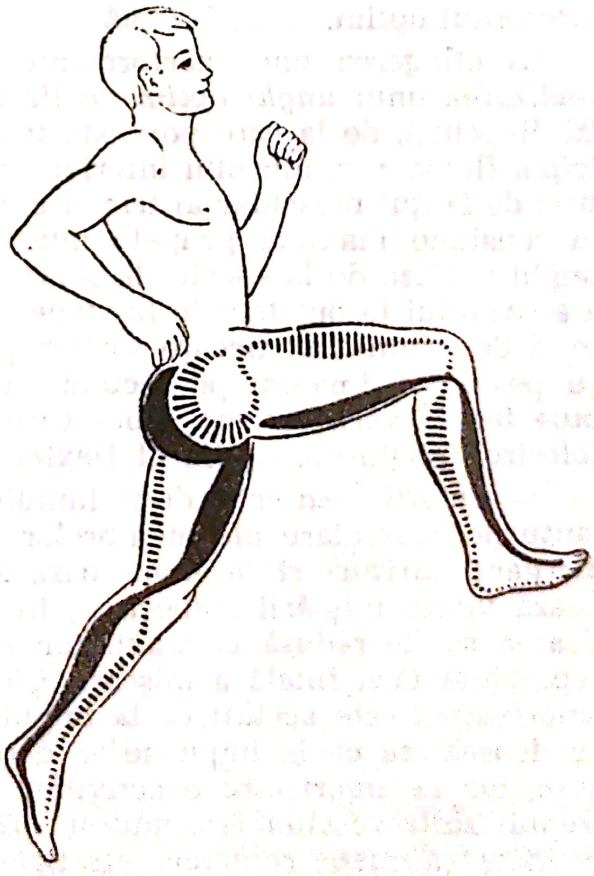


Fig. 225. Mișcarea de impulsie pe piciorul stîng.

O importanță deosebită are mișcarea de impulsie la sărituri; pentru realizarea unor performanțe optime este necesară o cît mai bună *coordonare a impulsurilor parțiale* (Hochmuth), care să micșoreze pe cît posibil acțiunea de frînă pe care unele segmente ale membrului inferior o pot avea asupra celorlalte, în cazul cînd această coordonare nervoasă nu există. O bună coordonare a impulsurilor parțiale determină un randament superior al impulsiei, forța de con-

Scanned with OKEN Scanner

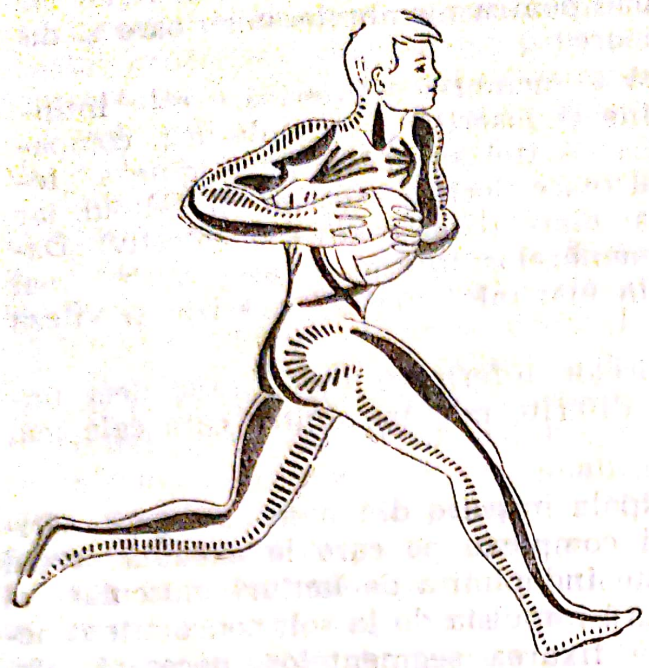


Fig. 226. Lanțurile musculare care asigură amortizarea pe piciorul drept

Fig. 227. Lanțurile musculare care asigură șutul la fotbal.

tracție a tuturor elementelor lanțului triplei extensii suprapunîndu-se în momentul optim.

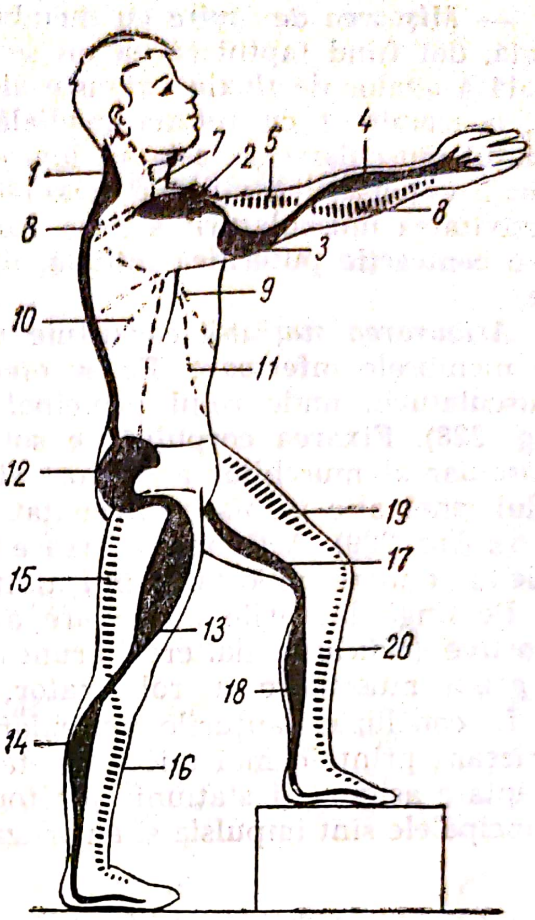
La atingerea unor performanțe crescute la sărituri mai concură și realizarea unui *unghi optim de flexie* a segmentelor membrului inferior (E. Repciuc), de la care pornește tripla extensie. Este cunoscut faptul că tripla flexie a membrului inferior, care precede efortul de impulsie efectuat de lanțul muscular al triplei extensii, are un unghi optim, care pune în tensiune maximă grupele musculare efectoare ale impulsiei. Acest unghi variază de la sportiv la sportiv, în funcție de constituția anatomică a aparatului locomotor, de lungimea și volumul segmentelor sale. El poate fi determinat la fiecare săritor prin metoda cinematografierii rapide, cu peste 300 imagini pe secundă, iar în procesul antrenamentului trebuie făcute verificări periodice care să indice în ce măsură s-a ajuns la folosirea unghiului optim al flexiei care precede efortul de impulsie.

— *Amortizarea* este, după impulsie, o activitate principală depusă de lanțurile musculare ale membrelor inferioare. Ea se întîlnește în mers, alergare, sărituri și în numeroase alte mișcări. Prin amortizare se frînează viteza mișcării respective; în unele mișcări este necesar ca amortizarea să fie redusă la maximum (mers, alergare), pe cînd în altele ea reprezintă faza finală a mișcării (sărituri). Lanțul muscular care asigură amortizarea este același ca la impulsie, și anume, lanțul triplei extensii, cu deosebirea că la impulsie se depune o activitate dinamică de învingere, iar la amortizare o activitate dinamică de cedare, care anihilează treptat forța reacției reazemului. Membrele inferioare se comportă la aterizare ca niște resorturi elastice datorită contracției lanțului triplei extensii; în cazul unor aterizări greșite rolul de resort elastic este micșorat sau suprimat și pot surveni accidente, uneori foarte grave (fig. 226).

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 228. Grupele și lanțurile musculare care asigură poziția „stînd" cu un picior pe o treaptă și cu membrele superioare în anteducție și extensie

1–6 — mușchii șanțurilor vertebrale; *2* — anteductorii brațului; *3* — extensorii cotului; *4* — extensorii degetelor; *5* — flexorii cotului; *7* — flexorii gîtului; *8* — flexorii degetelor; *9* — mușchii pereților abdominali; *10–11* — retroductorii brațului; *12* — extensorii coapsei; *13* — extensorii gambei; *14* — flexorii plantari; *15* — flexorii gambei; *16* — flexorii dorsali ai piciorului; *17* — flexorii gambei; *18* — flexorii plantari; *19* — extensorii gambei; *20* — flexorii dorsali ai piciorului; *Notă* — Haşurat sînt prezentați mușchii antagoniști. Poziția stînd cu gamba stîngă flectată înainte.



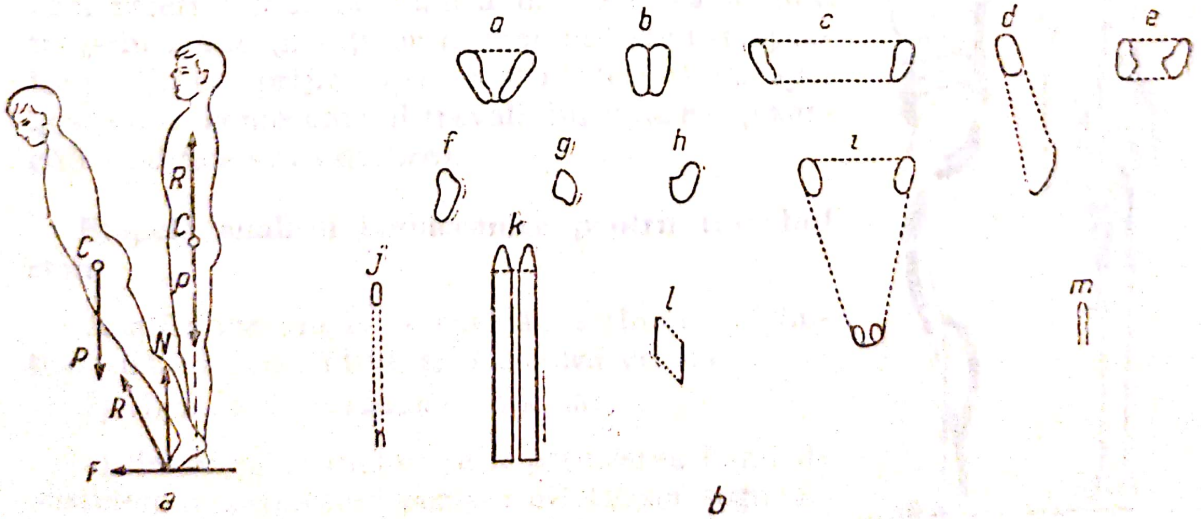


Fig. 229.

a) — Forțele care acționează asupra corpului; *P* — verticala C.G.G.; *R* — forța de reacție; a reazemului; *C* — Centrul de greutate; *F* — forța de frecare; *N* — reacția reazemului în poziția verticală *b* — Diferite feluri de sprijin pe sol (baza de susținere) *a* — poziția stînd normală; *b* — poziția stînd cu picioarele alăturate; *c* — poziția stînd depărtat; *d* — poziția stînd cu un picior înainte (repaos); *e* — poziția stînd pe mîini; *f* — stînd pe un picior; *g* — stînd pe vîrful piciorului; *h* — stînd pe o mînă; *i* — sprijin anterior pe toate membrele; *j* — stînd pe bicicletă; *k* — stînd pe schiuri; *l* — stînd pe două patine; *m* — stînd pe o patină.

Scanned with OKEN Scanner

— *Mișcarea de lovire* cu membrele inferioare (fotbal) este foarte variată, dat fiind faptul că ea nu se execută întotdeauna pe direcția normală a axelor de flexie extensie ale segmentelor ci în direcții numeroase, concomitent cu rotația medială sau laterală a membrului inferior. Lanțul muscular care asigură lovirea este format din flexorii coapsei pe bazin, extensorii gambei și flexorii dorsali ai labei piciorului (fig. 227). Activitatea musculaturii are un caracter balistic, caracterizîndu-se printr-o contracție puternică inițială, după care mișcarea continuă din inerție.

Asigurarea stațiunii constituie una din principalele activități depuse de membrele inferioare. Ea se efectuează printr-o contracție statică a musculaturii, unde rolul principal revine tot lanțului triplei extensii (fig. 228). Fixarea corpului pe sol se asigură prin contribuția lanțului muscular al mușchilor adductori ai coapsei, care acționează asupra lanțului cinematic închis, reprezentat prin cele două membre inferioare și bazin (fig. 229). Acțiunea de fixare la sol și de asigurare a poziției verticale are o mare importanță în activitatea sportivă.

Pe lîngă lanțurile musculare arătate mai sus, în anumite activități sportive (ridicarea halterei, aruncarea greutății, lupte), intervin lanțuri și grupe musculare cu rol fixator, care asigură echilibrul corpului.

În concluzie, lanțurile musculare ale membrelor inferioare se caracterizează printr-o mai mică varietate decît ale celor superioare; ele sînt adaptate asigurării stațiunii și cîtorva mișcări fundamentale, dintre care principalele sînt impulsia și amortizarea.

Scanned with OKEN Scanner

METODOLOGIA ANALIZEI BIOMECANICE

Analiza biomecanică este în esență un studiu complex asupra factorilor somato-viscerali și de mediu, care intervin în realizarea unei acțiuni motrice, asupra interrelațiilor stabilite între ei, al modului de participare și a efectelor pe care aceștia le determină în organismul uman privit ca un tot unitar.

Scopul acestei analize constă în găsirea căilor de optimizare a mișcărilor astfel încît să se poată obține un randament sportiv maxim.

Analiza biomecanică înglobează în conținutul ei următoarele secțiuni mai importante: analiza mecanică, analiza musculară, analiza funcțională și analiza pedagogică. Din motive didactice vom prezenta separat aceste etape, fiind însă convinși de faptul că nu se poate face o delimitare netă între aceste faze, fiecare dintre ele furnizînd elemente care trebuie interpretate unitar în vederea stabilirii rezultantei optime. De asemenea, tot din considerente de sistematizare a materialului, ne vom referi inițial la analiza biomecanică a unui travaliu static (menținerea unor atitudini, respectiv poziții cu sprijin superior sau inferior), iar apoi la studiul biomecanic al travaliului dinamic (exerciții analitice sau sintetice).

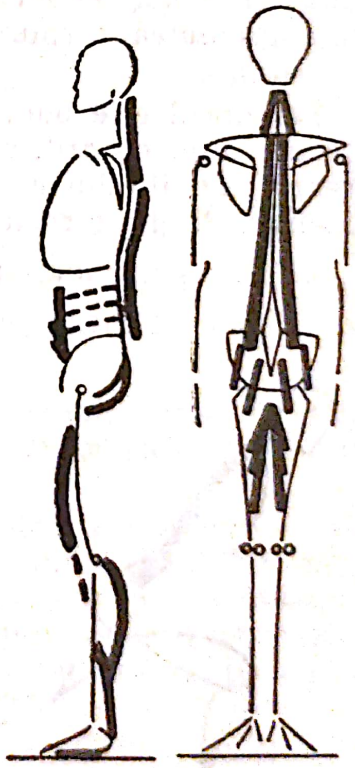


Fig. 230. Grupele și lanțurile musculare care asigură poziția stînd normală (vedere dorsală și de profil).

Etapele analizei biomecanice pentru travaliul static

Analiza mecanică, — constă, la rîndul ei, dintr-o analiză descriptivă și o analiză critică.

1) *Analiza descriptivă* comportă:

a) definirea atitudinii prin precizarea bazei de susținere a corpului și poziției diferitelor segmente unul față de celălalt (Fig. 230).

b) determinarea următoarelor elemente:

— forțele exterioare ce trebuie învinse, respectiv rezistențele exterioare și greutatea segmen-

telor corporale condiționate și de poziția lor în spațiu, precizîndu-se direcția, valoarea și zona corporală interesată;

— condițiile de menținere a echilibrului:
— repartiția presiunilor pe punctele de sprijin;
— direcția și valoarea acțiunilor dezechilibrante;
— pîrghiile întîlnite.

2) *Analiza critică*, al cărei conținut este definit de următoarele elemente:

a) precizarea greșelilor, mai frecvente, care încalcă legea, celui mai mare efort voluntar care reglează menținerea atitudinii;

b) stabilirea eventualelor adaptări care trebuie aduse modului de executare al acțiunii motrice în funcție de tipul morfologic constituțional al sportivului.

Exemplificăm cele de mai sus prin analiza mecanică a poziției: *stînd cu gamba stîngă flectată* (fig. 231).

1.a) Trunchiul este înclinat în prelungirea gambei; șalele ușor scobite, spatele plat, adîncitura umărului în jos cu omoplații bine fixați, capul — trunchiul și gamba dreaptă se află în linie dreaptă (toate aceste segmente sînt în extensie unul față de celălalt).

1.b) Forțele exterioare se execută vertical de sus în jos, cu o mare intensitate, dată fiind puternica înclinare a capului înainte și în consecință cea a segmentelor trunchiului care afectează gamba stîngă pentru toată greutatea corpului, bazinul pentru segmentele trunchiului, ceafa pentru cap.

Echilibrul este bun, baza de sustentație lungă, centrul de greutate al corpului ușor coborît, poligonul de sprijin este strîmt, acțiunile dezechilibrante exercitîndu-se lateral, presiunea cea mai mare fiind pe piciorul dinainte. Pîrghiile realizate la gleznă și la gambă sînt de gradul 3.

2.a) Greșelile mai frecvente care pot să intervină sînt: baza de susținere prea îngustă sau rău orientată, gambă anterioară insuficient extinsă, capul și trunchiul fie prea flectate fie prea extinse.

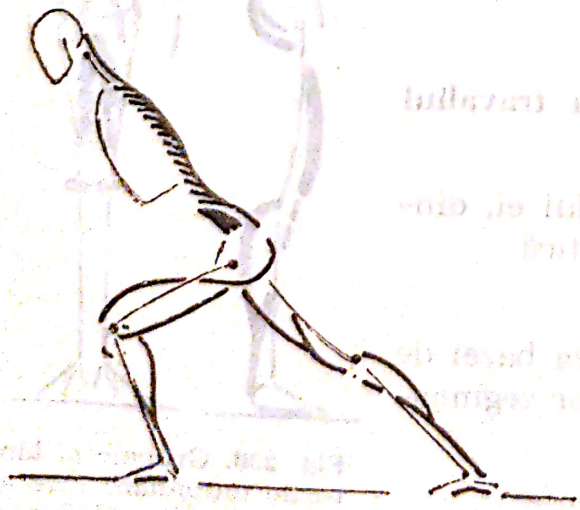


Fig. 231. Poziția stînd cu gamba stîngă flectată înainte

2.b) Poligonul de susținere pentru obținerea randamentului metric maxim va trebui adaptat la tipul constituțional al sportivului. Spre exemplu, la talia lui sau, dacă este cazul, la existența unui valgus sau varus.

II. **Analiza musculară** indică în detaliu, cu precizia anatomică, cerută, factorii locomotori, principali și secundari ai mișcării, grupele musculare care mențin sau variază pîrghiile osoase. Această analiză se referă pe de o parte la legile contracției mus-

Scanned with OKEN Scanner

culare, iar pe de altă parte la acțiunile necesitate de forțele exterioare și de menținerea echilibrului. Acțiunea musculară poate fi statică (pentru menținerea unei poziții) avînd drept substrat contracția tonică, sau dinamică, avînd în bază contracția cinematică.

Pentru travaliul static, mușchii pot fi clasificați — după acțiunea lor — în *fixatori* care stabilizează însăși poziția respectivă și *echilibratori*, care se opun acțiunilor dezechilibrante.

Pentru travaliul mecanic, mușchii se clasifică în: *motori*, care determină mișcarea, *fixatori*, care asigură baza de sustentație și segmentele imobile respectiv punctele de inserție fixe pentru mușchii motori, *echilibratori* cu rol similar celor din travaliul static și *frenatori* care reglează gradul de mișcare, opunîndu-se mușchilor motori. Precizăm că în travaliul dinamic recunoaștem trei tipuri de acțiuni: *concentrică* (duce la apropierea segmentelor în mișcare), *excentrică* (frenatoare) și *balistică* (acțiunea concentrică este precedată de cea excentrică de natură să-i confere o amplitudine mai mare ca, spre exemplu, contracția diferitelor porțiuni ale pectoralului în exercițiul de aruncare a suliței).

Exemplificînd analiza musculară a travaliului static tot cu poziția: stînd cu gamba stîngă flectată, precizăm următoarele grupe musculare incriminate:

a) *Mușchi fixatori: pentru membrul inferior stîng* — extensorii plantei pe gambă (triceps sural), ai gambei pe coapsă (cvadriceps), a coapsei pe bazin (gluteus maximum care se opune flexiei bazinului pe coapsă), *pentru membrul inferior drept* — extensorii plantei pe gambă, ai gambei pe coapsă și flexorii coapsei pe bazin (psoas iliac, drept anterior), *pentru trunchi* — mușchii extensori ai rahisului, iar *pentru cap* — mușchii extensori ai capului (splenius capitis, trapezul).

b) *Mușchii echilibratori* care se vor opune acțiunilor dezechilibrante laterale vor fi cei ai boltei plantare (abductorii și adductorii plantei și abductorii coapsei), gluteus medius și minimus, tensorul fasciei late.

Pentru analiza mecanică și musculară a travaliului dinamic vom analiza succint, în vederea stabilirii metodologiei, un exercițiu analitic și unul sintetic.

A. **Exercițiul analitic,** mai simplu, pe care-l vom studia constă în îndepărtarea laterală a brațelor întinse, folosind un extensor (coardă de cauciuc) (fig. 232).

În cadrul analizei musculare, testarea mișcărilor are o importanță deosebită. Aceasta se face prin măsurarea amplitudinei deplasării unui segment de membru sau a unei părți a corpului, operație ce ia denumirea de testare (de la latinescul testare: a mărturisi), putîndu-se înscrie grafic limitarea mișcării și stabili obiectiv insuficiența musculară. (v. anexa cu figuri la sfîrșitul lucrării).

Se folosește pentru aceasta un goniometru special, format din 2 brațe mobile care au amplasat un raportor la locul extremității unde se articulează între ele. Cele două brațe se dispun în lungul segmentelor de corp care efectuează mișcarea, unul din brațe de-a lungul segmentului imobil, iar celălalt tot așa, urmînd segmentul mobil în deplasare, arătînd amploarea mișcării, care este înscrisă în grade pe raportor.

Scanned with OKEN Scanner

Obiectivarea mișcării și a gradului său de amploare se face prin o manevră de testare proprie fiecărui mușchi, pe care-l reliefează și pe care o vom reda succint și ilustrativ pentru fiecare caz în parte.

Modul de interpretare a rezultatelor se face după o scară valorică gradată, convențională între 0 și 5, după cum urmează:

— 0: nu se poate efectua nici o mișcare (imobilitate totală);
— 1: nu se face nici o mișcare, dar se observă o secusă musculară sub piele (paralizia totală clinică);
— 2: mișcarea se poate face, însă numai ajutată de cineva (mișcare pasivă);
— 3: mișcarea se face, însă numai atît cît să învingi forța de gravitație (de ex. antebrațul poate fi flectat împotriva gravitației);
— 4: mișcarea se face, chiar dacă are de învins rezistențe de diferite valori, dar rămîne încă sub limita normală.
— 5: mișcarea se face în mod normal, învingînd rezistențele maxime posibile, ținînd seama că această forță depinde de sex, vîrstă, antrenament etc.

Remarcăm deci, că pentru a ne da seama de gradul de forță al mișcării, testarea implică o manevră, ce să se opună mișcării normale condusă de un mușchi, de componenta unui mușchi cu fibre cu acțiune diferită, sau de un grup de mușchi sinergici. Acest procedeu este folosit și pentru evidențierea reliefurilor musculare.

Manevra de opunere este făcută cu o forță progresivă (ce poate fi măsurată cu ajutorul unor greutăți sau al unui dinamometru). În același timp, cu ajutorul goniometrului cu raportor se măsoară și amplitudinea mișcării.

În realizarea testării este important să se stabilească:

— poziția ce se dă pacientului;
— mișcarea izolată sau globală, care se testează;
— contrapresiunea ce se opune mișcării, spre a evidenția acțiunea și reliefarea mușchilor;
— inervația tronculară și cea radiculară a mușchilor testați;
— vascularizația acestor mușchi, cu originea vasului sau vaselor ce le fac irigația.

Astfel, cele două momente principale sînt:

1) îndepărtarea laterală a brațelor întinse efectuînd o tracțiune progresivă pe cablul aparatului; brațele se deplasează lateral pînă la sfîrșitul cursei articulare de abducție a articulației scapulohumerale cînd mîinile depășesc ușor planul umerilor, iar celelalte segmente corporale rămîn imobile;

2) fără a marca oprirea, se face revenirea la poziția inițială opunîndu-ne la retracția bruscă a cauciucului.

Analiza descriptivă decurge conform metodologiei descrise cu mențiunea că la analiza pîrghiilor de mișcare (gradul 3 în articulația umărului la mișcarea de abducție, gradul 1 în realizarea extensiei antebrațului și gradul 3 în extensia mîinii) deosebim o acțiune *motrice principală*, executată în plan orizontal, constînd din învingerea rezistenței cauciucului și

Scanned with OKEN Scanner

o *acțiune motrice complementară* generată de elevația brațelor și de extensia segmentelor verticale ale corpului respectiv membrelor inferioare, trunchi și cap. *Analiza critică* relevă:

a) Posibilitatea următoarelor greșeli de natură să diminueze randamentul sportiv care în travaliul mecanic, spre deosebire de cel static, se dirijează după legea celui mai mic efort voluntar astfel încît să se realizeze cu cheltuială minimă de energie, eficiență maximă a mișcării:

— bază prea largă de sustentație;
— trunchiul fixat într-o poziție de accentuare ușoară a flexiei sau extensiei;
— mîinile situate prea jos;
— sacade în tracțiune;
— lipsă de amplitudine la finele primului timp;

b) Necesitatea următoarelor adaptări ale exercițiului la tipul constituțional al sportivului:
— reglarea bazei de sustentație după lungimea și stațiunea individuală;
— apropierea sau depărtarea de perete în funcție de lungimea brațelor;
— reglarea rezistenței extensorului (numărul de cabluri din constituția lui) după forța gimnastului.

Analiza musculară evidențiază următoarele grupe funcționale de mușchi:

a) *Mușchi motori:* în primul timp al execuției mișcării: prin contracție concentrică intervin mușchii romboid și trapez — porțiunea transversă (duc umărul înapoi), m. subspinos, mic, rotund, deltoid — porțiunea posterioară (duc brațul înapoi), m. triceps, extensorii mîinii pe antebraț, m. flexori ai degetelor. *Acțiuni secundare* au m. trapez — porțiunea superioară și inferioară (se opune căderii membrului superior), m. subspinos și deltoid anterior (mențin brațul orizontal);

în timpul al doilea intervin de asemenea toți acești mușchi prin contracție excentrică (frenatoare).

b) *Mușchii fixatori* (fixează punctele de inserție ale mușchilor m. extensori ai rahisului (fixează trunchiul), m. romboizi (fixează omoplații), m. flexori ai plantei (fixează bolta plantară), m. extensori ai plantei pe gambă, flexori și extensori coapsă pe bazin (fixează membrul inferior).

c) *Mușchi echilibratori:* m. boltei plantare, m. abductori și adductori ai coapsei pe bazin.

d) *Mușchi frenatori:* toți cei motori în funcție de timpul de execuție; acțiunea este minimală, întrucît exercițiul constă în învingerea unei rezistențe exterioare și este condus.

B) Referitor la **exercițiile sintetice** trebuie subliniat că ele sînt complexe în constituția lor intrînd numeroase exerciții analitice, fapt care își pune amprenta asupra modului de efectuare a analizelor mecanice și musculare. Este foarte greu în multe cazuri să se facă descompunerea în exerciții analitice care să fie studiate în parte. Spre exemplu, pentru jocurile sportive sau schi este dificil să analizăm analitic toate acțiunile motrice. De aceea investigația biomecanică a exercițiului sintetic comportă inițial divizarea în faze principale care apoi sînt descompuse în grupe omogene de exerciții (grupuri de acțiuni motrice fundamentale)

Scanned with OKEN Scanner

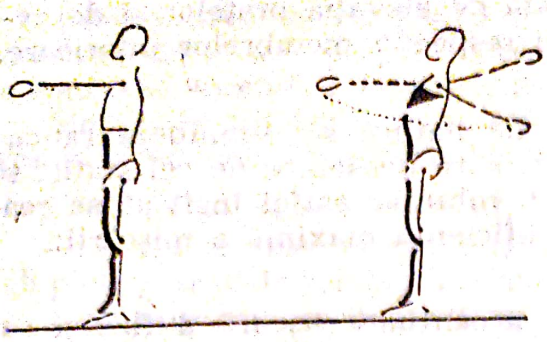


Fig. 232. Îndepărtarea laterală a braţelor cu un extensor (executiv)

din cadrul cărora se selectează pentru cercetare amănunţită mişcările şi atitudinile cele mai frecvente şi importante pentru desfăşurarea activităţii sportive la care ne referim. Progresele tehnicii care ne pun la îndemînă posibilitatea de înregistrare pe peliculă cinematografică şi apoi filmarea cu încetinitorul au facilitat mult efectuarea unor analize biomecanice de precizie.

Analiza mecanică a unui exerciţiu sintetic urmează metodologia pe care am descris-o, cu deosebirea că după ce se face descompunerea exerciţiului (pe faze principale, grupe omogene fundamentale şi mişcări complexe mai frecvente), pentru fiecare diviziune se precizează îndeosebi condiţiile de echilibru, variaţiile poziţiei centrului de greutate şi dinamica forţelor exterioare ce trebuie învinse, greşelile de exerciţii mai frecvente şi adaptarea pe faze a mişcărilor la tipul constituţional al sportivului.

De asemenea, pentru concluzia acestei analize, este de importanţă primordială stabilirea ordinei în care un astfel de exerciţiu complex solicită anume calităţi motrice (viteză, detentă, îndemînare, rezistenţă, forţă).

Exemplificăm cîteva aspecte ale acestei analize complexe prin prezentarea poziţiei de start în alergarea de viteză (fig. 232) asupra căreia vom reveni în capitolul privind alergarea. Această poziţie se caracterizează printr-o serie de gesturi care permit alergătorului în timpul unei imobilităţi totale să obţină viteza maximă instantaneu.

În ceea ce priveşte calităţile motrice solicitate, în ordinea importanţei ele sînt: viteza, detenta, îndemînarea şi forţa.

Fazele principale în care poate fi descompus exerciţiul sînt: 1) Pregătirea — 2) Impulsia.

Pregătirea poate fi descompusă în alte două grupuri fundamentale de mişcări: a) aşteptarea (la comanda pe locuri) şi b) balansarea (la comanda „fiţi gata!").

La rîndul lor, aceste grupuri fundamentale pot fi divizate în mişcări mai importante, după cum urmează:

1.a) Aşteptarea: piciorul dinainte flectat se află sprijinit pe un plan înclinat, iar piciorul dinapoi, tot flectat, are genunchiul în dreptul gambei celui dintîi; cele două membre superioare în extensie, puţin depărtate, avînd policele înspre interior, se află pe sol la linia de plecare; trunchiul este înclinat înainte, capul în uşoară extensie.

1.b) Balansarea: pivotare înainte pe degete şi cele două glesne extensia membrului inferior dinapoi, umerii împinşi la un punct anterior pe linia de start, ridicarea bazinului şi spatelui orizontal, capul ridicat.

Scanned with OKEN Scanner

2) Impulsia: suprimarea bruscă a sprijinului pe braţe cu pierderea echilibrului; ducerea gambei dinapoi înainte, extensia violentă a gambei dinainte; redresarea trunchiului şi lansarea puternică a braţelor flectate.

În continuare, în funcţie de aceste momente analitice, se face studiul mecanic şi muscular al acestui exerciţiu complex.

Referitor la analiza critică, greşelile cele mai frecvente care trebuie evitate sînt:

în faza *de aşteptare:* baza prea lungă sau prea scurtă de susţinere, piciorul dinainte prea aproape de linia de plecare; mîinile orientate în abducţie exagerată pe sol;

în faza *de basculare:* bascularea imprecisă şi lentă, sprijin incert cu braţele flectate, bazinul mai sus decît spatele, capul flectat, gamba de propulsie abdusă sau addusă faţă de axul trunchiului (rău orientată);

în faza de impulsie: flexia capului, unghiul de deschidere între gamba anterioară şi sol mai mare de 45°, redresarea prematură a trunchiului, balansarea lentă a braţelor datorită menţinerii lor întinse.

De asemenea, tot exerciţiul va trebui minuţios adaptat la tipul constituţional, la talia şi proporţia segmentelor corporale ale sportivului.

În ceea ce priveşte analiza musculară, ea vizează implicarea musculaturii în mişcare, fixare, echilibrare şi frenare, ţinînd cont de complexitatea acţiunilor în funcţie de fazele principale analizate. Foarte important este să se releve măsura în care grupurile musculare interesate execută contracţii concentrice, excentrice şi balistice. Cunoscînd fazele mişcării şi anatomia musculară, analogia este foarte facilă. Astfel, în faza de *aşteptare* avem de a face cu o contracţie statică a următoarelor grupe musculare: flexorii degetelor şi mîinii, extensorii antebraţului, abductorii braţului şi umărului, flexorii degetelor plantei, extensorii plantei, extensorii coapsei şi extensorii capului.

În faza de *basculare* se menţine o nouă atitudine dar cu o pierdere parţială a echilibrului, greutatea rămînînd pe membrele superioare, mai puţin pe membrul inferior anterior, iar membrul inferior posterior rămîne liber pentru a merge înainte în faza de impulsie.

Se contractă static flexorii degetelor şi mîinii, extensorii antebraţului, abductorii braţului şi umărului.

Muşchiul deltoid — porţiunea anterioară — execută o contracţie excentrică, opunîndu-se căderii înainte a umărului. Extensorii plantei, gambei şi coapsei realizează tot o acţiune excentrică fixînd segmentele membrelor inferioare într-o poziţie optimă. Muşchii lombari fixează bazinul.

În faza *de impulsie* muşchi motori vor fi:

— pentru membrul inferior anterior care realizează o contracţie concentrică foarte energică: flexorii degetelor plantei favorizaţi de acţiunea excentrică anterioară, obţinîndu-se astfel în ansamblu o contracţie balistică;

— pentru membrul inferior posterior: flexorii coapsei pe bazin, ai gambei pe coapsă, ai piciorului pe gambă, toţi diminuînd lungimea segmentelor şi favorizînd mişcarea;

— pentru trunchi: extensorii bazinului şi rahisului; de asemenea extensorii capului;

Scanned with OKEN Scanner

— pentru umeri și brațe se realizează o contracție concentrică energică de către: mușchii ridicători ai umărului și brațului de partea piciorului oscilant și de mușchii flexori ai antebrațului. Mușchii *echilibratori* (mușchii boltei plantare, mușchii trunchiului) realizează pe de o parte un echilibru sagital (sincronism și opoziție între mișcările simultane ale brațelor și gambelor), iar pe de altă parte un echilibru frontal (îndeosebi prin fixarea boltei plantare). Mușchii *frenatori* reprezentați îndeosebi de grupele antagoniste celor motori ai membrelor superioare intervin în balansul foarte energic al brațelor. Mușchii *fixatori* acționează în special pentru stabilizarea membrului inferior anterior după începerea impulsiei (extensori plantari, extensori gambă pe coapsă și coapsă pe bazin).

Un alt exemplu semnificativ de exercițiu sintetic este reprezentat de jocurile sportive (tenis, volei, baschet, rugbi etc.). Analizînd, de pildă, mecanic și muscular baschetul, rezultă posibilitatea de a-l descompune în următoarele exerciții fundamentale: aruncare, alergare și salturi. Aruncarea se face cu una sau două mîini prin ridicare, coborîre, virare, precedate de un blocaj al pasei în toate direcțiile. Alergarea este de viteză și se combină cu driblarea, fentarea sau interceptarea unei pase. Salturile sînt verticale și laterale.

Musculatura este solicitată în întregime (mușchii extensori ai trenului inferior, lambari, oblici abdominali, scapulo-dorsali, scapulo-pectorali, ai brațelor, antebrațelor, mîinii și degetelor, îndeosebi cu predominanțe în funcție de efortul dinamic sau static depus).

Cunoscînd toate aceste elemente privind mecanica exercițiului, acțiunile fiecărui mușchi în diferitele faze de execuție ale mișcării cît și calitățile motrice solicitate, putem dirija științific antrenamentul sportiv astfel încît să obținem eficiența maximă cu o cheltuială de energie cît mai mică din partea organismului. În acest context analiza critică are un rol deosebit atît pentru eliminarea unor execuții care contravin legităților mecanicii musculare, cît și pentru individualizarea activității sportive după tipul constituțional morfologic al subiectului în cauză.

Analiza funcțională constă în studiul modului de participare specific al celorlalte sisteme și aparate în condițiile executării unor exerciții fizice. Această investigație are la bază faptul că organismul în ansamblu alcătuiește un sistem biomecanic unitar, care în decursul unei acțiuni motrice prezintă modificări adaptative în toate compartimentele sale. Aparatul locomotor solicitat antrenează schimbări la nivelul tuturor structurilor și funcțiunilor organismului uman. Astfel, un mușchi în acțiune necesită o irigație mai bogată, fapt care conduce la accelerarea activității aparatului respirator, circulator și a proceselor metabolice (anabolism și catabolism). De asemenea, exercițiile fizice impun o comandă nervoasă care asigură reglarea multiplelor aspecte ale acțiunii motrice (echilibrul, intensitatea contracției cinetice, ritmul de execuție etc.). Sistemul endocrin de asemenea este foarte solicitat. Astfel Heiss, Lendel și Zimmer demonstrează că efortul sportiv antrenează o hiperfuncție a hipofizei, timusului și tiroidei iar Milcu arată că sportivii prezintă o hipertrofie a hipofizei, cortico-suprarenalei și tiroidei concomitent cu o hipotonie a gonadelor.

Scanned with OKEN Scanner

Cunoașterea tuturor acestor modificări survenite în organism în timpul activității fizice permite optimizarea execuției și obținerea randamentului sportiv maxim.

În cadrul analizei funcționale se stabilesc inițial calitățile motrice mai solicitate în efortul fizic respectiv, iar apoi se precizează gradul de participare al diferitelor sisteme și aparate cunoscînd interrelațiile care se stabilesc între modificările morfo-funcționale ale organismului și calitățile motrice incriminate.

a) Astfel, *viteza* antrenează schimbări somato-fiziologice în următoarele sisteme și aparate: în sistemul nervos central, avînd în vedere intensitatea și ritmul contracției musculare și în aparatul cardio-respirator care își accelerează foarte marcat activitatea: aparatul excretor este solicitat minimal;

b) *Detența* solicită în principal sistemul nervos care declanșează contracții musculare cu amplitudine și precizie foarte mare. De asemenea, se produc tulburări în funcționalitatea aparatului respirator; toracele fiind de cele mai multe ori imobilizat (respirația este oprită) constituie punct de sprijin pentru musculatura în acțiune. Aceste modificări respiratorii atrag și importante schimbări în aparatul circulator;

c) *Îndemînarea* necesită o coordonare foarte fină din partea sistemului nervos;

d) *Rezistența* solicită aparatul respirator și în măsură sporită sistemele de eliminare ale organismului (transpirația, excreția). Sistemul nervos nu este angrenat la parametrii maximali deoarece efortul este stereotip. Circulația sanghină se face în condiții bune.

e) *Forța* concretizată într-un travaliu amplu și lent solicită, îndeosebi, circulația locală din mușchi, iar aparatul respirator și sistemul nervos sînt angrenate într-o măsură mai redusă.

Desigur că într-un travaliu dinamic sînt incriminate mai multe calități motrice și corolar rezultă complexitatea participării diferitelor sisteme și aparate din organism.

Pentru exemplificare, prezentăm în ordinea gradului de solicitare, calitățile motrice incriminate în realizarea unor activități sportive complexe:
în *sprint:* viteza, îndemînarea, rezistența, detenta (la start);
în *alergarea de semifond:* rezistența, viteza;
în *schi:* rezistența, îndemînarea, forța;
în *tenis:* îndemînarea, viteza, detenta, rezistența.

De aici decurge și funcționalitatea complexă și interrelațiile ce se stabilesc între diferitele sisteme și aparate din organismul uman. Cunoașterea acestor aspecte ne dă posibilitatea dirijării științifice a efortului, pe baza unor criterii morfo-funcționale individualizate atît la particularitățile activității fizice cît și la tipologia constituțională a sportivului.

Analiza pedagogică comportă: 1) distingerea caracterului dominant al exercițiului; 2) stabilirea efectelor produse de activitatea fizică respectivă și 3) explicarea gradului în care un exercițiu corespunde vîrstei și tipului constituțional al celui care îl execută.

1) Sub raportul caracterului dominant al activității sportive deosebim exerciții: educative, utilitare și recreative și de performanță; din punct

Scanned with OKEN Scanner

de vedere somatic se poate viza realizarea unei dezvoltări armonice sau corectarea unor deficienţe fizice.

2) Efectele produse asupra organismului de o anume activitate fizică pot fi: a) morfo-fiziologice şi b) privind comportamentul şi aptitudinile.

În funcţie de tipul activităţii sportive apar anumite modificări funcţionale şi structurale ale organismului. Astfel, jocurile sportive declanşează mecanismele de adaptare la efort şi modifică în acest sens aparatele respirator şi cardio-vascular (cresc diametrele cutiei toracice şi în consecinţă amplitudinea respiratorie; creşte volumul cordului în limite adaptative şi corolar debitul cardiac ş.a.). Exerciţiile de forţă duc la îngroşarea şi scurtarea muşchilor, cele de fond subţiază corpul şi membrele, cele de detentă şi viteză alungesc silueta etc. De asemenea, activitatea fizică perfecţionează structurile nervoase (permeabilitatea sinapselor, conexiunile nervoase, mecanismele de *feed back)* dezvoltînd gîndirea şi inteligenţa. În funcţie de complexitatea exerciţiului centrii nervoşi sînt antrenaţi într-o măsură sporită. Foarte numeroase operaţii mentale preced execuţia unui exerciţiu. Receptorii (văz, auz ş.a.) sînt foarte solicitaţi, fapt care cu timpul duce la dezvoltarea considerabilă a acuităţii lor.

Cunoscînd modificările morfo-funcţionale determinate de practica fiecărei discipline sportive şi potenţialul biologic al individului uman concretizat în tipul său constituţional, putem corela ştiinţific aceste aspecte încît activitatea fizică să poată atinge parametrii maximali fie pentru sportul de performanţă, fie pentru dezvoltarea armonioasă a organismului şi păstrarea stării de sănătate.

3) Efectele asupra aptitudinilor şi comportamentului privesc educarea prin sport a stăpînirii de sine, a voinţei, curajului, tenacităţii, fermităţii, simţului social şi spiritului de echipă. Fiecare disciplină sportivă dezvoltă cu precădere unele dintre aceste calităţi.

4) Ultimul aspect al analizei pedagogice se referă la măsura în care o activitate fizică este corespunzătoare vîrstei şi tipului constituţional al sportivului.

Vîrsta optimă pentru începerea unei anumite activităţi sportive variază în limite largi. Astfel, pentru volei este de 8—9 ani, pentru baschet 11—12 ani, pentru rugbi 18 ani, pentru înot 3—4 ani. Vîrsta pînă la care se poate practica o anume disciplină de asemenea variază (exemplu: 80 ani pentru tenis, 35—38 ani pentru rugbi etc.).

În privinţa tipului constituţional morfologic, subliniem necesitatea concordanţei dintre acesta şi disciplina sportivă practicată. Astfel, tipul longilin este indicat pentru exerciţiile de detentă, cel brevilin pentru schi, cel stenic pentru solicitările de forţă etc.

Concluzînd asupra metodologiei analizei biomecanice, redăm faptul că interpretarea şi corelarea integrativă a datelor furnizate de fiecare etapă (mecanică, musculară, funcţională şi pedagogică) ne dă posibilitatea să dirijăm ştiinţific activitatea sportivă, obţinînd un randament maxim.

În etapa actuală de dezvoltare a biologiei este de neconceput o activitate sportivă fără o temeinică fundamentare anatomo-funcţională şi biomecanică, — educaţia fizică fiind o ştiinţă interdisciplinară dintre cele mai complexe.

Scanned with OKEN Scanner

METODOLOGIA ANALIZEI BIOMECANICE A POZIȚIILOR

Este, în general, asemănătoare cu cea a mișcărilor, avînd însă cîteva particularități, care rezultă mai ales din faptul că în pregătirea fizică efortul izometric are unele limite, de care trebuie să ținem seama.

Asigurarea unei poziții se face prin efort muscular static, izometric, care poate fi făcut cu sau fără îngreuiere. Ca urmare, rezultă o creștere a forței la o serie de grupe și lanțuri musculare. Este indicat ca efortul static să fie strict individualizat și bine dozat, ținînd seama de vîrstă, sex și grad de pregătire.

Etapele obligatorii pe care trebuie să le parcurgă orice analiză biomecanică a unei poziții sînt următoarele:

1. Scurtă descriere a poziției, cu precizarea sprijinului.
2. Precizarea tipului de echilibru, a unghiurilor și pîrghiilor pe care le formează trunchiul cu membrele.
3. Descrierea amănunțită a grupelor și lanțurilor musculare care asigură poziția.
4. Descrierea tipului de activitate musculară statică la fiecare grupă sau lanț muscular.
5. Aplicații practice în: a) educația fizică școlară; b) în antrenamentul sportiv și — c) în cultura fizică medicală.

În pozițiile complexe, cele trei tipuri de activitate musculară statică se îmbină, predominînd unul sau altul din aceste tipuri. Pozițiile care se asigură printr-un singur fel de activitate musculară sînt foarte rare, cum este poziția stînd verticală asigurată prin efort static de fixare-echilibrare și poziția atîrnat la baza fixă și la inele, asigurată prin efort static de consolidare.

De aceea este necesar să precizăm tipul de echilibru în amănunțime pentru a ști și tipul de activitate musculară. Cunoscînd lanțurile musculare și tipul biomecanic de activitate, putem trage concluzii concrete, practice. Cele mai importante aplicații practice le are tipul de activitate musculară statică „de menținere", întrucît se pretează la antrenament izometric progresiv, pentru creșterea forței. De aceea, la orice analiză biomecanică de poziții, grupele și lanțurile musculare care depun efort static de menținere sînt cele mai importante și trebuie bine precizate.

În cadrul analizei biomecanice a pozițiilor, precizarea tipului de echilibru în mod analitic pentru fiecare segment corporal este imperios necesară. Astfel, la poziția *„cumpănă cu brațe lateral"*, tipul de echilibru este instabil, cu o mică bază de sprijin și cu verticala C.G.G. în afara perimetrului acestei baze. Depărtarea brațelor lateral contribuie la asigurarea echilibrului, întrucît cele două verticale coborîte de la nivelul mîinilor se proiectează pe sol și măresc aparent baza de sprijin.

De asemenea, relațiile de pîrghii și unghiuri la această poziție sînt interesante: corpul situat orizontal față de sol, face cu piciorul de sprijin un unghi de 90° și face cu acesta o pîrghie de gradul I. Considerînd numai trunchiul, el face cu piciorul de sprijin o pîrghie de gradul III, la fel ca și membrul inferior liber, care este întins orizontal față de sol.

Scanned with OKEN Scanner

Activitatea musculaturii este pentru piciorul de sprijin statică de fixare (echilibrare), iar pentru piciorul liber, pentru trunchi și membrele superioare este statică de menținere.

Relații de echilibru mai complexe găsim în poziția: *sprijin la paralele egale*, unde avem un dublu sprijin, unul la nivelul mîinilor care fixează corpul de barele paralele și al doilea la nivelul articulațiilor scapulo-humerale. Față de sprijinul mîinilor C.G.G. este puțin deasupra, creînd situația de echilibru instabil pentru trunchi. Față de sprijinul din umeri, corpul, inclusiv membrele inferioare, este în echilibru stabil, iar capul și gîtul — în echilibru instabil. De asemenea, tot în echilibru instabil sînt și cele două membre superioare pe care se sprijină întregul corp.

Cele mai complexe relații de echilibru se întîlnesc la „piramidele" făcute de mai mulți sportivi, fiecare din aceștia avînd o altă poziție în ansamblul piramidei. Este necesar să se determine, pentru fiecare sportiv, centrul său general de greutate, iar pentru ansamblul creat, să aflăm centrul general de greutate al întregii piramide.

STATICA EXERCIȚIILOR FIZICE

Statica este o parte a mecanicii care se ocupă cu studiul pozițiilor corpurilor în spațiu și a interacțiunii forțelor care asigură menținerea lor; ea studiază condițiile de echilibru al forțelor.

Statica exercițiilor fizice studiază condițiile în care acționează forțele care asigură pozițiile corpului sau ale segmentelor lui.

În cadrul asigurării posturale, forțele exterioare (gravitația, reazemul) se echilibrează, iar musculatura corpului, ca principală forță interioară, contribuie la aceasta în interdependență cu cele dintîi.

Forțele care acționează asupra corpului omenesc se concentrează într-un punct numit centrul general de greutate, centrul de inerție sau centrul de masă al corpului.

Dacă direcția unei forțe exterioare trece prin centrul de greutate, aceasta imprimă corpului în întregime o mișcare de translație: dacă forța nu trece prin centrul de greutate, ci în vecinătatea sa, ea imprimă corpului o mișcare de rotație; există în asemenea cazuri un moment al forței, al cărui braț îl constituie perpendiculara coborîtă de pe direcția forței în centrul de greutate.

Poziția centrului general de greutate (C.G.G.) este indispensabilă în studiul condițiilor de echilibru al corpului sau al segmentelor sale. C.G.G. nu se poate deplasa decît în urma acțiunii unor forțe exterioare; forțele interioare singure nu pot modifica poziția și deplasarea în spațiu a C.G.G., ci numai a centrelor de greutate ale membrelor. Traiectoria C.G.G. ne dă relații asupra particularităților mișcării corpurilor, deoarece reflectă acțiunea forțelor exterioare asupra acestora.

Centrul de greutate al oricărui corp inert are o poziție bine determinată și poate fi aflat cu precizie. La vieţuitoare centrul de greutate nu

Scanned with OKEN Scanner

are o poziție fixă, ci variabilă, în funcție de numeroși factori. De aceea, stabilirea poziției C.G.G. al corpului omenesc este o operație dificilă: ea variază în funcție de vîrstă, sex, conformație corporală, poziția membrelor etc. Astfel, la copii el este situat mai sus decît la adulți. La femei C.G.G. este situat (comparativ) mai jos ca la bărbați, datorită dezvoltării bazinului.

În poziția stînd cu brațele în jos, C.G.G. al corpului omenesc este situat (după Ivanițki) în spațiul dintre vertebrele I—V sacrate, la aproximativ 4—5 cm deasupra axei transversale care trece prin articulațiile coxofemurale. După E. Repciuc el este situat în 50—57% din cazuri la nivelul vertebrei I sacrate (la adult) și al vertebrei a 7 sau a 8 toracice, (la copil).

În plan sagital, C.G.G. al corpului omului este situat între sacrum și pubis (în funcție de poziția corpului aflat în picioare, vertical). Planul sagital care trece prin C.G.G. este situat mai la dreapta față de planul mediosagital, al corpului, întrucît jumătatea dreaptă a corpului, la imensa majoritate a oamenilor, este cu 4—500 g. mai grea decît cea stîngă, datorită dispoziției asimetrice a organelor interne și dezvoltării neuniforme a aparatului locomotor.

C.G.G. al corpului omenesc își schimbă poziția și în funcție de mișcările respiratorii (este mai jos în inspirație), cantitatea de lichide și alimente introduse în stomac etc. El se deplasează în aceeași direcție cu deplasările pe care le face corpul; el se deplasează în sus ori de cîte ori ridicăm membrele superiare sau inferioare, și coboară cînd acestea revin la poziția normală.

Datorită acestor variații multiple ale C.G.G., locul lui nu se poate stabili decît pentru o poziție (oarecare) determinată a corpului; stînd, șezînd, în sprijin, atîrnat etc.

Înălțimea C.G.G. al corpului omului față de sol se poate determina în diferite moduri; unul dintre acestea — devenit clasic — este cel descris mai jos.

Materiale necesare: cîntar de persoane; o riglă antropometrică pentru măsurat înălțimea, divizată în 1/2 și 1/4 de centimetru (pentru o cît mai mare precizie); o targă de lemn specială cu lungimea de 2 m și lățimea de 0,50 m, prevăzută cu doi suporți metalici ascuțiți la capete, avînd o distribuție uniformă a materialului de construcție (dacă e sprijinită pe un ax central, să stea în echilibru); un bloc suport de lemn de aceeași înălțime cu platforma cîntarului, astfel încît targa sprijinită pe cîntar și blocul suport să fie perfect orizontale.

Tehnica determinării: se așează targa cu suporții săi pe cîntar și blocul suport de lemn ca în fig. 233 a, se citește greutatea tărgii (greutate parțială, cam jumătate din greutatea totală) și se notează cu T, după care se culcă subiectul pe targă în așa fel, încît plantele să fie tangente la reazemul tărgii. Citim greutatea înregistrată de cîntar (suma greutății parțiale a tărgii și a subiectului): $M + T = P$, de unde rezultă că $M = P - T$ (date cunoscute, care ne permit să aflăm pe *M*, greutatea parțială a corpului).

Scanned with OKEN Scanner

Ridicăm targa de pe cîntar și notăm greutatea persoanei în poziție verticală pe cîntar, G. Atunci distanța centrului de greutate de la tălpi la C.G.G. al corpului este egală cu: $d = \frac{P-T}{G} \times L$ (lungimea tărgii = 2 m), d reprezintă înălțimea centrului de greutate deasupra solului.

De unde se deduce formula: $d = \frac{P-T}{G} \times L$ (fig. 233 b). G, greutatea corpului în poziție stînd, se descompune cînd corpul este culcat orizontal pe targă în două componente F_1 și F_2, care apasă asupra fiecăreia din capetele tărgii. Între G, L, F_1 și d există relații de proporționalitate. Deci $= \frac{G}{L} = \frac{F_1}{d}$, de unde deducem:

$$d = \frac{F_1 \times L}{G}, \text{ iar } F_1 = M, \text{ deci } d = \frac{M \times L}{G}$$

Toate aceste date fiind cunoscute, se poate afla d, adică înălțimea C.G.G. nu trebuie făcută numai în plan transvers (înălțimea deasupra solului), ci și în plan sagital și frontal. Pentru aceasta, punem subiectul în decubit dorsal pe targă (aproximativ la mijlocul tărgii) cu fața la cîntar și cu picioarele pe o filă de hîrtie albă pe care se desenează conturul plantelor. Notăm aceleași date ca pentru determinarea lui d în plan transvers și, după aflarea valorii lui d în plan frontal, însemnăm pe hîrtie în dreapta și în stînga poziția lui d, trăgînd o linie între cele două puncte.

Pentru determinarea lui d în plan sagital, întoarcem hîrtia (fără a depăși limitele de la calculul anterior) și subiectul cu flancul la cîntar, în așa fel ca urmele plantelor să se suprapună perfect. Aflăm pe d după același procedeu și însemnăm pe laturile hîrtiei poziția lui d—d și D^1—d^1 ne dă proiecția la verticală a C.G.G. pe plan de susținere. Dacă din punctul de intersecție ridicăm o verticală pe care însemnăm valoarea lui d (vertical), aflăm poziția reală a C.G.G. în poziția stînd.

Această metodă de determinare a C.G.G. se poate adapta ușor la fotografiere, distanțele reale fiind înlocuite cu cele de pe fotografie (să căutăm ca ele să fie cifre rotunde) fotografia are avantajul că fixează rapid pozițiile subiecților, care altfel nu pot fi menținute precis multă vreme (în timpul manoperelor pentru determinarea indicilor necesari aflării poziției C.G.G.).

Prin metoda de determinare a C.G.G., descrisă mai sus, se poate afla poziția cu oarecare aproximație; există erori de 2—3% date de cîntar (sensibilitate limitată), targă (nu este perfect uniformă), suporți, precum și de mișcarea segmentelor corpului, care modifică poziția C.G.G. al corpului.

Determinarea centrelor de greutate ale segmentelor corpului omenesc este o problemă foarte dificilă datorită dificultății de a stabili masele acestor părți. Diferiți autori au determinat masele segmentelor corpului prin metode variate: secționarea pe cadavre congelate sau măsurarea pe viu a volumului diferitelor segmente și a echilibrului lor în diferite poziții. Datele medii obținute prin aceste metode sînt apropiate (fig. 233, a, b).

Scanned with OKEN Scanner

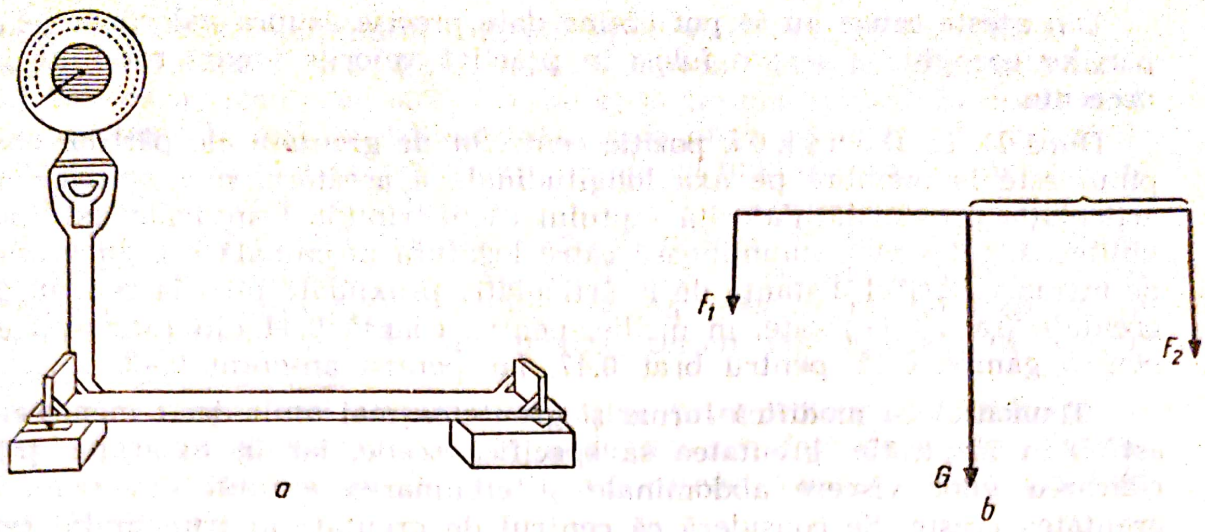


Fig. 233a.

(a — Determinarea centrului general de greutate (C.G.G.) prin metoda ponderilor parțiale. *b)* — Determinarea relațiilor dintre elementele care folosesc la aflarea înălțimii C.G.G. deasupra solului.

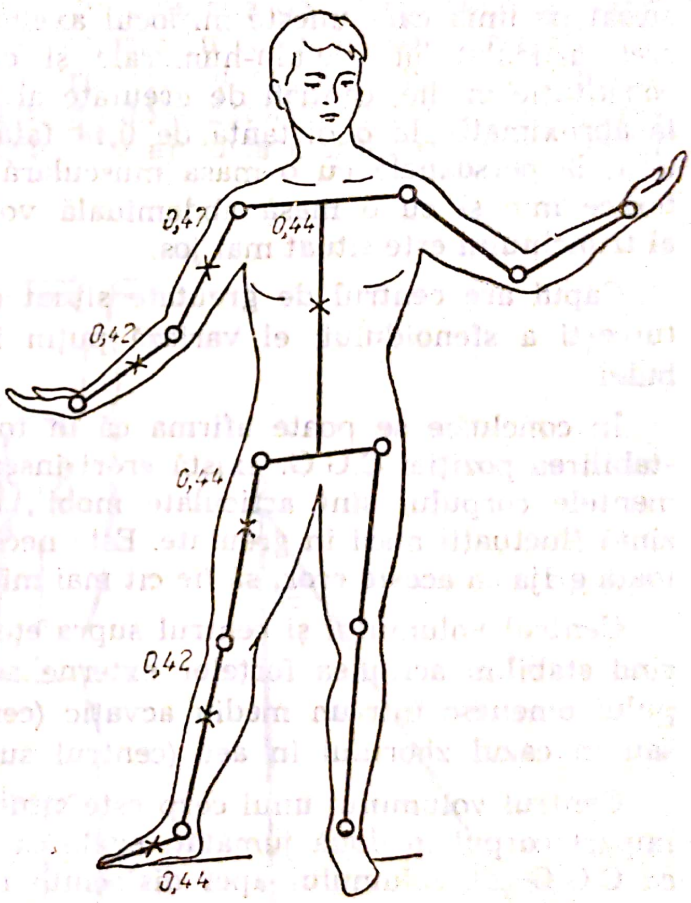


Fig. 233b. Centrele de greutate parțiale ale segmentelor corpului

GREUTATEA RELATIVĂ A PĂRȚILOR CORPULUI OMENESC

Masele segmentelor corpului variază mult în funcție de numeroși factori: dezvoltarea musculaturii la sportivi, dezvoltarea țesutului grăsos subcutanat la sedentari, introducerea de mari cantități de lichide etc.

Scanned with OKEN Scanner

Din aceste cauze nu se pot obține date precise asupra valorii maselor părților corpului și se pot folosi în practică valorile medii, rotunjite în procente.

După D. D. Donskoi, poziția centrelor de greutate ale părților corpului este la membre pe axa longitudinală a acestora, mai aproape de articulația proximală, datorită faptului că distribuția țesuturilor este neuniformă, fiind mai voluminoasă către legătura proximală a segmentului de membru. Astfel distanța de la articulația proximală pînă la centrul de greutate (raza C.G.) este, în medie, pentru coapsă 0,44 din lungimea ei, pentru gambă 0,42, pentru braț 0,47, iar pentru antebraț 0,42.

Trunchiul își modifică forma și greutatea mai mult decît membrele, astfel, în inspirație, greutatea sa specifică scade, iar în expirație, prin ridicarea unor viscere abdominale și eliminarea aerului din plămîni, greutatea crește. Se consideră că centrul de greutate al trunchiului este situat pe linia care unește mijlocul axelor transversale ce trec prin centrele articulațiilor scapulo-humerale și coxo-femurale. La adulții cu o constituție medie, centrul de greutate al trunchiului se găsește de regulă aproximativ la o distanță de 0,44 față de linia transversală biscapulară; la persoanele cu o masă musculară scapulară puțin dezvoltată, cu torace mic și cu o masă abdominală voluminoasă, centrul de greutate al trunchiului este situat mai jos.

Capul are centrul de greutate situat destul de constant, înapoia șeii turcești a sfenoidului; el variază puțin în funcție de mișcările mandibulei.

În concluzie se poate afirma că în toate sistemele de calcul privind stabilirea poziției C.G.G. există erori însemnate, datorită faptului că segmentele corpului sînt articulate mobil, iar toracele și abdomenul prezintă fluctuații mari în greutate. Este necesar ca în practică să se depună toată grija ca aceste erori să fie cît mai mici.

Centrul volumului și centrul suprafeței unui corp sînt necesare atunci cînd stabilim acțiunea forțelor externe asupra poziției și mișcărilor corpului omenesc într-un mediu acvatic (centrul volumului corpului: C.V.) sau în cazul zborului în aer (centrul suprafeței corpului: C.S.).

Centrul volumului unui corp este situat la întretăierea planurilor care împart corpul în două jumătăți egale ca volum; C.V. poate fi considerat ca C.G.G. al volumului apei dislocuite prin scufundarea corpului omenesc și care are forma corpului scufundat în apă. Forțele de presiune ale apei se aplică, prin rezultantele lor, în centrul volumului corpului, în timp ce forța de greutate care acționează asupra corpului omenesc scufundat în apă se aplică prin rezultanta sa în C.G.G. În caz cînd C.V. și C.G.G. nu se află pe aceeași linie, ia naștere un cuplu de forțe care determină rotația corpului; dacă ele se află pe aceeași linie, atunci corpul, în funcție de raportul dintre mărimile forței de gravitație și presiunea apei, fie că revine la suprafață, fie că se scufundă, fie că rămîne nemișcat în apă.

Scanned with OKEN Scanner

La om, centrul volumului corpului se situează ceva mai sus de C.G.G. (cu 2—6 cm după I v a n i ț k i), datorită faptului că aerul din cutia toracică face ca partea superioară a corpului să fie mai ușoară. În cazul cînd omul plutește în apă cu mîinile întinse pe lîngă trunchi, C.V. și C.G.G. se suprapun, corpul echilibrîndu-se; o dată cu modificarea poziției corpului, se modifică și poziția C.V.

În cazul cînd corpul omenesc execută mișcări în aer, mai cu seamă cînd viteza corpului sau mișcarea aerului este însemnată, forțele de rezistență ale mediului aerian depind de mărimea suprafeței frontale a corpului; rezultanta forțelor din mediul aerian este aplicată în centrul suprafeței corpului: C.S.

Conturul suprafeței corpului se obține prin proiecția acestuia pe o suprafață perpendiculară pe direcția de mișcare față de mediu. În poziția stînd, corpul omului, în cazul unei mișcări dorso-ventrale, are C.S. situat deasupra C.G.G.

În cazul plutirii în aer (săritura cu schiurile de pe trambulină), cînd C.S. e mai sus ca C.G.G., corpul se rotește cu capul înapoi, iar cînd C.S. este mai jos ca C.G.G., schiorul se rotește cu capul înainte. Aceste deplasări ale C.S. față de C.G.G. sînt posibile datorită mișcărilor membrelor inferioare împreună cu schiurile. Ele ajută la menținerea unei poziții aerodinamice corespunzătoare pe timpul zborului, la asigurarea echilibrului la o aterizare reușită.

ECHILIBRUL CORPURILOR

Corpurile se pot găsi în spațiu în trei situații:

a. *Poziția de echilibru stabil* sau în echilibru stabil, cînd punctul de sprijin și centrul de greutate se găsesc pe aceeași verticală, C.G. fiind situat sub punctul de sprijin. În cazul cînd deviem corpul din această poziție, greutatea lui se descompune în două componente: una îndreptată spre punctul de sprijin, iar cealaltă într-o direcție perpendiculară pe prima. Din fig. 234 rezultă că

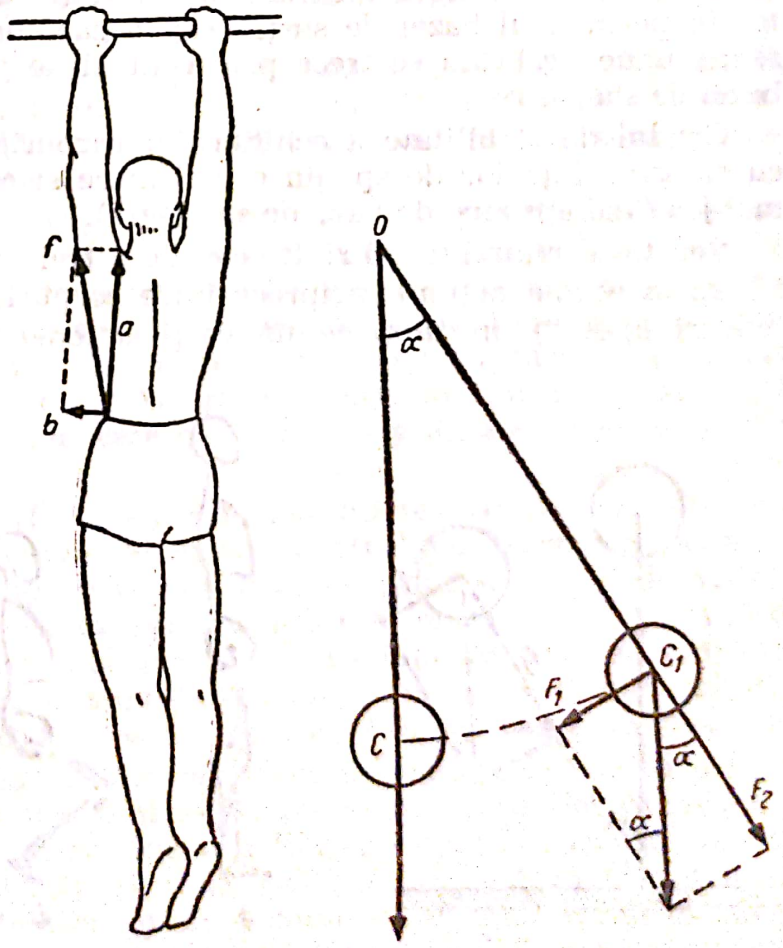


Fig. 234. Echilibrul stabil

Scanned with OKEN Scanner

forța componentă F_2 se anulează prin rezistența punctului de sprijin, iar componenta F_1 deplasează corpul spre poziția de echilibru, în care ajunge după cîteva oscilări (mișcarea încetează din cauza frecării în punctul de sprijin și a rezistenței aerului).

b. *Poziția de echilibru nestabil* sau în echilibru nestabil, cînd punctul de sprijin este situat pe verticala care trece prin centrul său de greutate și se află dedesubtul lui. (Fig. 235).

La cea mai mică deviere a corpului față de poziția de echilibru, greutatea lui nu mai trece prin punctul de sprijin și se descompune în două componente: F_2 pe direcția punctului de sprijin și F_1 perpendiculară pe prima (fig. 235 a, b). Competenta F_2 este anulată de rezistența punctului de sprijin, iar F_1 produce devierea corpului față de poziția inițială.

c. *Poziția indiferentă* sau echilibru indiferent, atunci cînd punctul de sprijin coincide cu centrul de greutate; în cazul unei deplasări, C.G. se menține la același nivel orizontal, iar corpul rămîne în repaus în orice poziție. În general, corpurile geometrice regulate sau neregulate, cînd sînt așezate pe un plan orizontal, se găsesc în stare de echilibru. Dacă planul se înclină, corpurile se răstoarnă; același lucru se întîmplă dacă sînt înclinate corpurile.

Condiția principală de echilibru al corpurilor așezate pe un plan orizontal este ca verticala centrului de greutate al corpului să cadă obligator în perimetrul bazei de susținere; în caz contrar, corpurile cad în direcția unde verticala ce trece prin centrul de greutate depășește limitele bazei de susținere.

Gradul de stabilitate a echilibrului corpurilor este cu atît mai mare, cu cît suprafața lor de sprijin e mai mare și centrul de greutate se află mai jos (mai aproape de baza de susținere).

Reacția sprijinului: potrivit celei de a treia legi a dinamicii („În natură există numai acțiuni reciproce între corpuri; forțele care se aplică au sensuri opuse"), în timp ce un corp acționează asupra altui corp care

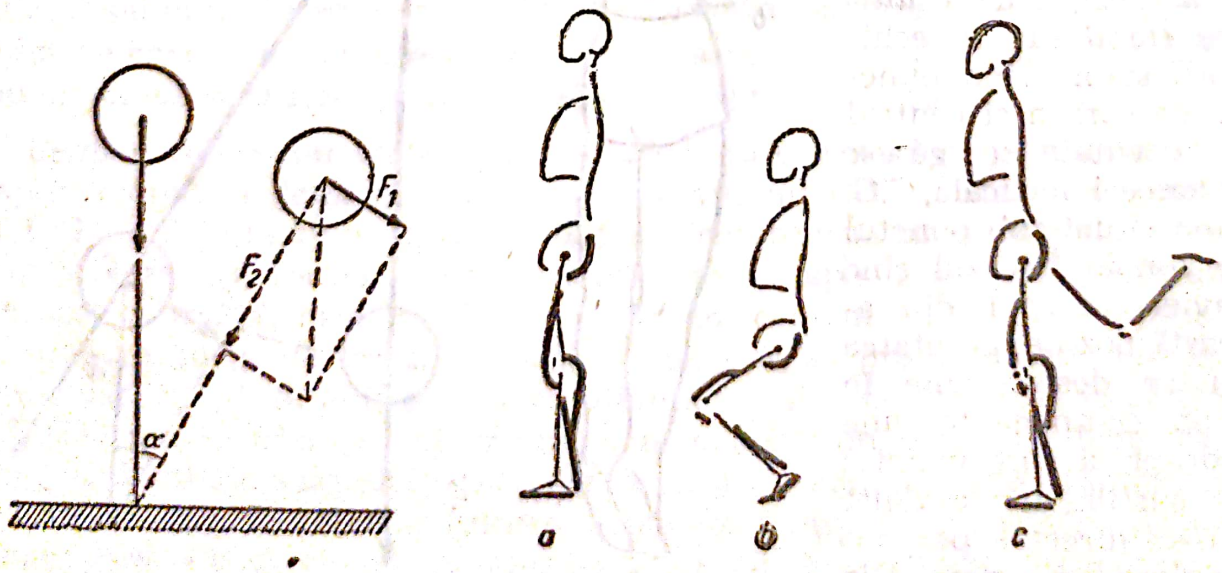


Fig. 235. Exemple de echilibru nestabil

îi servește ca sprijin, acesta din urmă acționează asupra primului cu o forță egală și îndreptată în sens contrar.

Forța cu care sprijinul acționează asupra corpului respectiv se numește reacția sprijinului. Rezultanta celor două forțe este egală cu zero; datorită acestui fapt corpul rămîne în echilibru, deși asupra lui acționează două forțe.

ANALIZA PRINCIPALELOR POZIȚII STATICE ALE CORPULUI OMENESC

Statica corpului viu este asemănătoare celei a corpurilor fără viață. Ea studiază interacțiunea forțelor care asigură echilibrul sau repausul relativ al corpului în întregime sau al segmentelor sale.

Corpul sau segmentele sale se pot afla în echilibru numai cînd forțele care acționează asupra lor sînt egale.

În statica corpului omenesc se disting două feluri de echilibru, condiționate de așezarea centrului de greutate față de baza (axa) de sprijin: echilibrul stabil, cînd centrul de greutate al corpului sau segmentelor sale se află situat sub baza (axa) de sprijin și echilibru nestabil, cînd centrul de greutate se află deasupra bazei de sprijin.

În funcție de acest raport al centrului de greutate, distingem poziții cu sprijin superior și poziții cu sprijin inferior.

În pozițiile statice cu sprijin superior, cum sînt pozițiile atîrnat de diferite feluri, corpul sau segmentele sale revin în poziția de echilibru stabil ori de cîte ori o forță exterioară, acționînd asupra centrului de greutate, produce deplasarea acestuia.

În pozițiile statice cu sprijin inferior, cum sînt pozițiile stînd și șezînd, corpul sau segmentele sale nu mai revin în poziția inițială de echilibru nestabil atunci cînd forțe exterioare deplasează centrul de greutate. În aceste poziții statice, echilibrul nestabil variază ca valoare, avînd diferite grade de stabilitate, în funcție de următorii factori: înălțimea centrului de greutate față de baza de susținere, mărimea suprafeței de sprijin și locul unde cade verticala centrului de greutate pe baza de susținere.

Unghiul de stabilitate (fig. 236) este unghiul format de verticala centrului de greutate cu dreapta ce unește centrul cu marginea bazei de susținere. Cu cît acest unghi este mai mare, cu atît și gradul de stabilitate este mai mare. Stabilitatea este cu atît mai mare, cu cît centrul de greutate se află situat la o înălțime mai mică față de baza de susținere și cu cît această bază are o suprafață mai mare, iar verticala coborîtă din centrul de greutate cade mai aproape de centrul bazei de susținere.

Pozițiile corpului omenesc sînt asigurate de contracția statică a musculaturii care fixează trunchiul și segmentele; participă de asemenea și ligamentele articulațiilor, unele formații fibroase speciale, ca tractul iliotibial, ligamentul nuchal, ligamentele galbene ale coloanei vertebrale, fasciile și în general toate elementele anatomice ale aparatului de susținere care conțin fibre colagene și elastice. Formațiile fibroase ale apara-

Scanned with OKEN Scanner

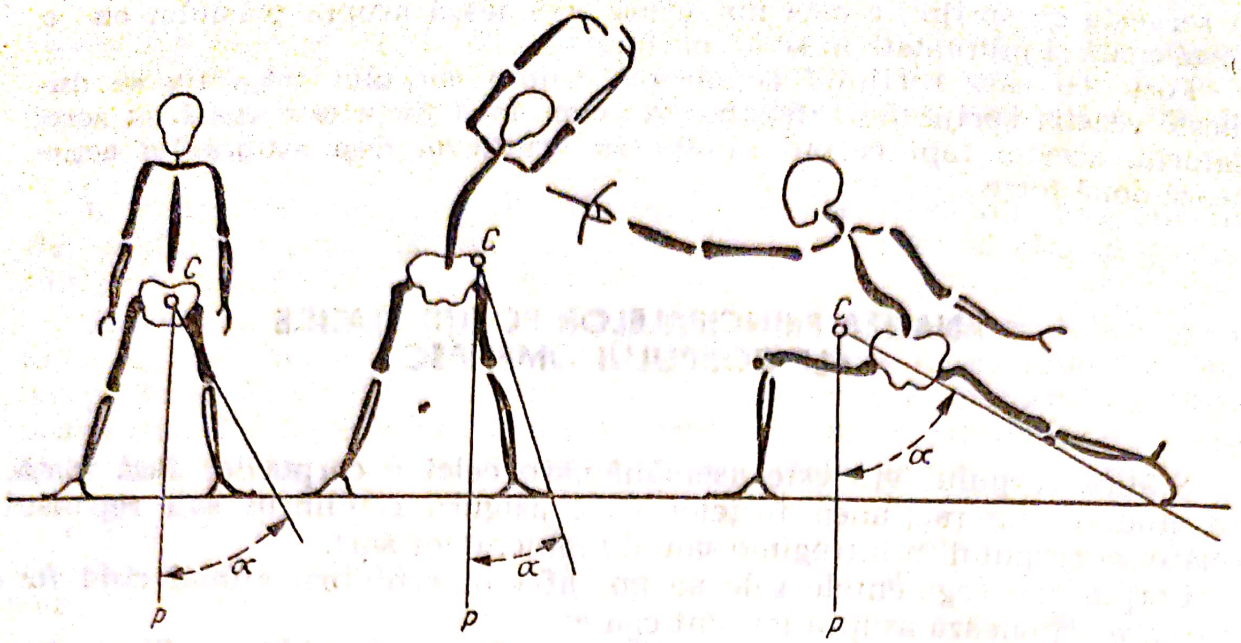


Fig. 236. Unghiul de stabilitate

C — Centrul general de greutate; *P* — Verticala C.G.G. — α — Unghiul de stabilitate.

tului de susținere economisesc, prin participarea lor, efortul musculaturii pentru asigurarea pozițiilor corpului.

În analiza biomecanică a pozițiilor corpului este recomandabil să se procedeze în felul următor: se precizează poziția corpului și a segmentelor pe o schemă, apoi centrele de greutate ale segmentelor și centrul general de greutate; se determină baza de susținere și unghiul de stabilitate și, în funcție de aceasta, felul echilibrului (stabil sau nestabil). Se determină forțele care acționează, forța de gravitație și reacția reazemului, apoi se trece la analiza activității mușchilor care asigură poziția ce urmează a fi studiată. În analiza activității musculare se ține seama de felul activității statice depuse: de menținere, de consolidare sau de fixare.

În determinarea activității musculaturii care participă la asigurarea poziției este indicat să se înceapă cu părțile corpului situate mai aproape de baza de susținere; de asemenea se va examina și participarea mușchilor respiratori, studiindu-se condițiile respirației în fiecare poziție.

Orice analiză biomecanică trebuie să se încheie cu concluzii pentru practica educației fizice și a reeducării motrice precizîndu-se care este poziția corectă, greșelile posibile, cauzele lor și importanța ce o au cele pentru dezvoltarea calităților motrice, pentru procesul antrenamentului

POZIȚII STATICE CU SPRIJIN INFERIOR

a) Poziția stînd: corpul omului se află în poziția verticală, sprijinindu-se cu plantele pe sol. Această poziție se folosește în general ca poziție inițială în exercițiile fizice. Ea asigură condiții favorabile pentru res-

Scanned with OKEN Scanner

piraţie şi circulaţie. După gradul de înclinaţie a corpului faţă de verticală se pot descrie trei variante ale poziţiei stînd: normală, comodă şi forţată.

În poziţia stînd normală (fig. 237), verticala centrului general de greutate cade în mijlocul bazei de susţinere, puţin ventral faţă de linia ce uneşte articulaţiile talo-crurale. Centrele de greutate ale diferitelor segmente ale corpului se găsesc în general pe acelaşi plan frontal, care coincide cu axa verticală a corpului. Segmentele corpului nu sînt situate unele faţă de celelalte exact pe aceeaşi linie verticală, ci formează între ele unghiuri de diferite deschideri, ceea ce necesită un efort muscular pentru menţinerea lor. Astfel, axa generală a corpului este verticală, a gîtului îndreptată dorsal, a regiunii toraco-lombare îndreptată ventral, apoi din nou dorsal (în regiunea lombară inferioară) etc. Greutatea creşte pe măsură ce coborîm de la cap spre extremităţi, repartizîndu-se în mod egal pe cele două membre inferioare, care au poziţie verticală, făcînd cu planta un unghi de 90°. Unghiul de înclinare a bazinului este de 60—65°, vîrfurile picioarelor sînt depărtate formînd un unghi de 65—70°.

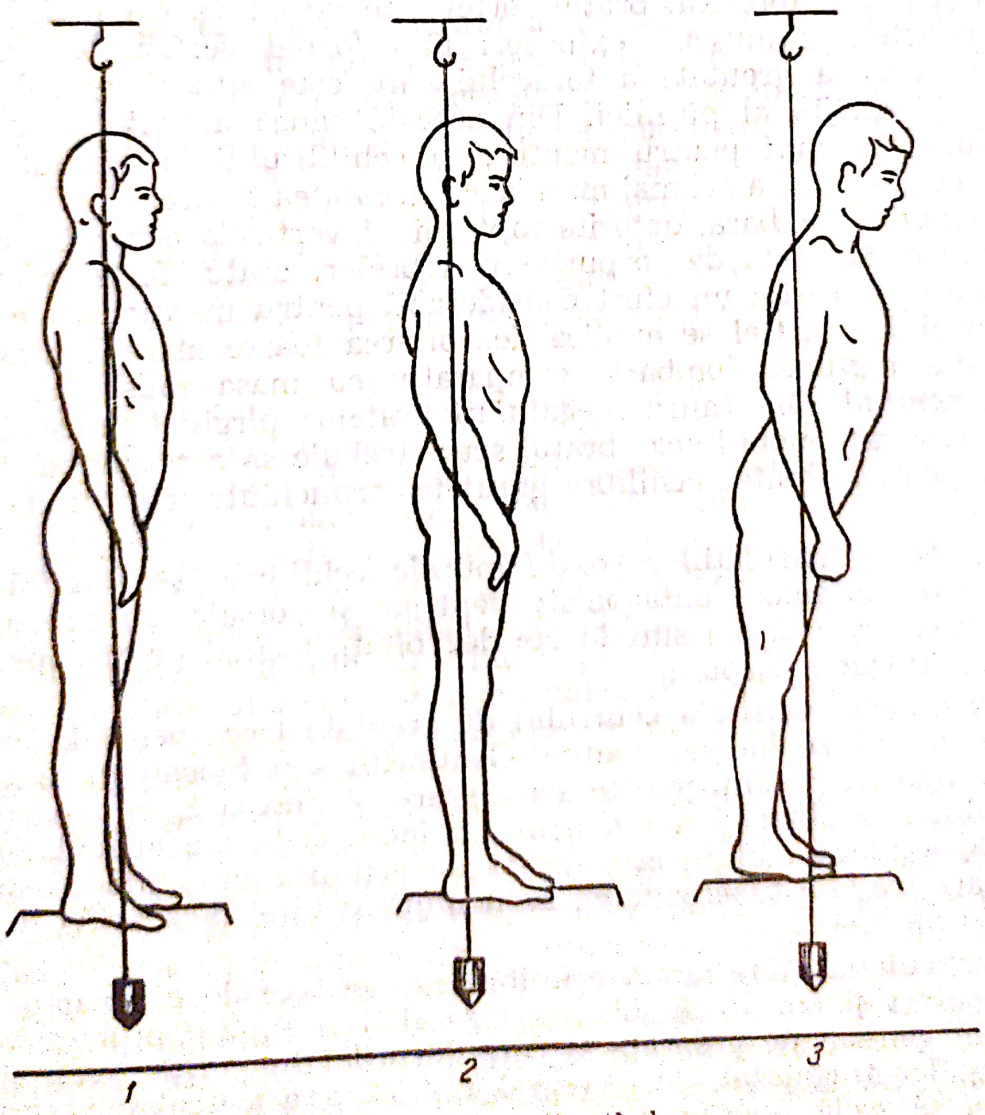


Fig. 237. Poziţia stînd

Scanned with OKEN Scanner

Membrele superioare atîrnă liber în jos, iar umerii sînt uşor traşi înapoi (uşoară deplasare dorso-medială a scapulei).

În poziţia stînd normală, verticala centrului de greutate al corpului trece prin corpurile vertebrelor a 5-a şi a 6-a cervicale, ale vertebrelor a 9-a şi a 10-a toracale şi dorsal faţă de vertebrele mijlocii lombare; ea întretaie la mijloc linia ce uneşte articulaţiile coxo-femurale, trece ventral faţă de articulaţia genunchiului şi prin capul astragalului. Centrul de greutate al capului este situat ventral faţă de verticala centrului general de greutate al corpului, ca şi faţă de articulaţia atlanto-occipitală. Pentru menţinerea capului în poziţia orizontală este necesar un efort al musculaturii cefei, mai mic ca valoare decît greutatea capului ce necesită a fi echilibrată; aceasta se explică prin faptul că la pîrghia de gradul I ce se realizează la acest nivel, braţul forţei este mai mare decît braţul rezistenţei, forţa necesară contracţiei statice a muşchilor extensori este occipitală şi este mai mare decît distanţa dintre această articulaţie şi centrul de greutate al capului.

În regiunea cervicală braţul forţei fiind ceva mai mic decît braţul rezistenţei, forţa necesară contracţiei statice a muşchilor extensori este mai mare decît la cap.

În regiunea toracică, braţul forţei este de cîteva ori mai mic decît braţul rezistenţei; muşchii extensori ai coloanei vertebrale trebuie să menţină întreaga greutate a toracelui care este situat ventral faţă de punctul de sprijin al pîrghiei. Din această cauză activitatea statică a muşchilor respectivi pentru menţinerea echilibrului la nivelul regiunii toracice este de cîteva ori mai mare decît greutatea toracelui.

În regiunea lombară, datorită faptului că verticala centrului de greutate trece dorsal faţă de corpurile vertebrelor, braţul forţei este şi mai mic, ceea ce necesită un efort considerabil pentru menţinerea echilibrului trunchiului. Astfel se explică dezvoltarea foarte mare a masei musculare din regiunea lombară, comparativ cu masa muşchilor ventrali ai abdomenului. Din cauza inegalităţii braţelor pîrghiei, muşchii regiunii lombare care mobilizează braţul scurt trebuie să corespundă ca volum şi forţă, pentru a putea echilibra greutatea trunchiului care tinde să cadă înainte.

La nivelul articulaţiilor coxo-femurale echilibrul se asigură de către grupele musculare antagoniste ventrale şi dorsale, cu predominanţa extensorilor, care la om sînt foarte dezvoltaţi, tocmai pentru menţinerea poziţiei verticale a corpului.

La genunchi, verticala centrului de greutate trece ventral, iar corpul are tendinţa să se încline înainte. Genunchii sînt blocaţi în extensie de grupele musculare antagoniste extensoare şi flexoare, cu participarea traiectului ileo-tibial şi a ligamentelor încrucişate ale articulaţiei. Tendinţa de a cădea înainte este oprită de acţiunea muşchilor ischio-gambieri, care trag de tuberozitatea ischionului şi împiedică astfel înclinarea bazinului în faţă.

În articulaţia talo-crurală echilibrarea se face de către muşchii flexori plantari şi dorsali ai labei piciorului. Dat fiind faptul că verticala centrului general de greutate al corpului aflat în poziţie verticală trece prin capul astragalului, deci ventral faţă de axa articulaţiei, corpul are tendinţa să cadă înainte. Pentru acest motiv grupa muşchilor flexori

Scanned with OKEN Scanner

plantari, care se opune căderii înainte, este mai dezvoltată decît grupa mușchilor flexori dorsali.

Asupra acestei articulații se mai exercită și forțe care tind să dezechilibreze corpul în sens lateral; menținerea echilibrului se asigură prin contribuția celor două grupe musculare antagoniste care execută pronația și supinația în articulațiile infra-talare. Astfel, menținerea echilibrului în cazul cînd corpul se înclină spre dreapta se face de către mușchii pronatori ai labei piciorului stîng și supinatorii labei piciorului drept, și invers.

În poziția stînd forțată (fig. 237) corpul este mult aplecat înainte, bărbia flectată, curbura toracică a coloanei vertebrale ștearsă, curbura lombară accentuată, iar înclinarea bazinului crescută (105°); membrele superioare se află în ușoară retroducție. Centrul general de greutate al corpului este deplasat ventral, iar verticala sa trece mai în față decît în poziția stînd normală, ea ajungînd către marginea anterioară a bazei de susținere. Corpul are tendința să cadă înainte, iar poziția este menținută printr-un efort crescut al musculaturii șanțurilor vertebrale, precum și al grupelor musculare ale triplei extensii de la membrele inferioare. Contracția puternică a musculaturii produce o oboseală rapidă, ceea ce face ca această poziție să nu poată fi menținută timp îndelungat. Este de remarcat faptul că pentru asigurarea acestei poziții, musculatura corpului depune o activitate statică de menținere și de fixare, mai intensă cu cît coborîm de la cap în jos. Activitatea de menținere este depusă de mușchii șanțurilor vertebrale și de grupele musculare ale triplei extensii de la membrele inferioare. La aceasta se adaugă contribuție de fixare a antagoniștilor; în special sînt solicitate grupele musculare ventrale ale gîtului, mușchii pereților abdominali și ischio-gambieri.

Respirația este îngreuiată din cauza blocării cutiei toracice și a contracției mușchilor pereților abdominali, care nu permite cu ușurință mișcările diafragmei.

În poziția stînd comodă (fig. 237) sau poziția de odihnă (de repaus) corpul este ușor înclinat înapoi, centrul general de greutate este împins dorsal, iar verticala sa cade în mijlocul bazei de susținere. Capul este ușor aplecat înainte, curbura toracică crescută, iar cea lombară micșorată; înclinația bazinului este mai mică decît în pozițiile descrise mai sus, ajungînd la aproximativ 40°, simfiza pubiană fiind ridicată. Membrele superioare atîrnă liber de-a lungul corpului, iar membrele inferioare sînt mai depărtate, unul din ele fiind deplasat lateral. Sprijinul se face pe ambele membre inferioare, însă greutatea corpului nu se repartizează în mod egal, fiind mai mare pe unul din ele, către care există și o ușoară înclinare laterală a bazinului.

Echilibrarea corpului și a segmentelor sale se face cu mai multă ușurință, cerînd un consum de energie musculară mai scăzut decît în pozițiile descrise mai sus. Diferitele segmente și axe ale acestora sînt astfel orientate, încît la menținerea echilibrului contribuie în mare măsură ligamentele, economisîndu-se astfel munca musculaturii. Din această cauză, poziția comodă obosește mai puțin decît celelalte.

Corpul are tendința să cadă înapoi, iar pentru menținerea echilibrului și împiedicarea căderii este nevoie de aportul musculaturii ventrale; aceasta, după cum am văzut, acționează brațe de pîrghii mai lungi, din

Scanned with OKEN Scanner

care cauză necesită un consum de energie mai mic. La nivelul membrelor inferioare efortul muscular este de asemenea scăzut, din două motive. Întîi, pentru că o parte din munca musculaturii este înlocuită de o serie de ligamente (ileo-femural, tractul ilio-tibial, ligamentele încrucișate ale articulației genunchilor), care prin poziția ușor aplecată înapoi a corpului sînt puse în stare de tensiune și frînează continuarea înclinării. In al doilea rînd, întrucît verticala centrului de greutate trece puțin înapoia axei celor două articulații coxo-femurale, iar la genunchi și la articulația talo-crurală întretaie linia dintre cele două articulații ale membrelor inferioare, se face o repartiție mai egală între efortul depus de lanțurile musculare ale triplei extensii și triplei flexii. În celelalte poziții descrise mușchii triplei extensii aveau o contribuție crescîndă; în poziția comodă diferența scade și tinde să dispară, solicitînd ceva mai mult contribuția lanțului triplei flexii pentru fixarea (blocarea) articulațiilor respective.

Din analiza acestor poziții rezultă că pe măsură ce verticala centrului de greutate oscilează înainte sau înapoi, se schimbă și volumul activității statice depuse de lanțurile musculare pentru asigurarea poziției corpului. Activitatea statică de menținere, care solicită cel mai mare consum de energie în asigurarea pozițiilor statice, este mai intensă în poziția normală și atinge un maximum în poziția forțată, pe cînd în poziția comodă scade.

În activitatea obișnuită și în cea sportivă, aceste poziții sînt folosite în mod alternativ, contribuind prin aceasta la o repartiție mai echitabilă între efortul grupelor musculare antagoniste. Totuși, poziția stînd se menține cu un mare consum de energie; de aceea, pentru odihnă, omul folosește alte poziții, care solicită mai puțin musculatura corpului.

b) *Poziția stînd pe vîrfuri* este puțin obișnuită și se folosește rareori. Întreaga greutate a corpului se sprijină pe capetele metatarsienelor și pe degete, iar verticala centrului de greutate cade către partea ventrală a bazei de susținere, mult diminuată. Echilibrul corpului este greu de menținut și solicită mult musculatura. Cea mai intensă activitate statică de menținere o depun grupele musculare ale triplei extensii (în special flexorii plantari), precum și grupele musculare ale pronației și supinației labei piciorului, care asigură echilibrul corpului în sens lateral. Această poziție este foarte obositoare și nu poate fi menținută mult timp, chiar după un antrenament îndelungat (la balerini).

c) *Poziții stînd asimetrice.* Atunci cînd în poziția verticală greutatea corpului nu se distribuie în mod egal pe ambele membre inferioare, avem de-a face cu poziții asimetrice. Piciorul de sprijin suportă majoritatea greutății corpului, iar celălalt numai o parte. Bazinul este înclinat în partea piciorului de sprijin, din necesitatea de a aduce verticala centrului de greutate al corpului cît mai aproape de centrul bazei de susținere. Coloana vertebrală capătă curburi compensatorii în plan frontal, pentru a realiza o repartiție mai corespunzătoare a masei corpului față de verticala centrului de greutate, ușurînd prin aceasta munca musculaturii.

Poziția corpului variază în funcție de modul în care se ține greutatea (fig. 238 a). Corpul omului care poartă o greutate formează împreună cu aceasta un tot, iar centrul de greutate se stabilește în comun pen-

Scanned with OKEN Scanner

tru corp și greutate. Poziția centrului de greutate variază și depinde de mărimea greutății și de modul în care e ținută. Dacă omul ține greutatea aproape de pămînt, cum ar fi, spre exemplu, o găleată cu apă (fig. 238 b, c), centrul de greutate comun va fi situat mai jos decît cel al corpului omului fără greutate. Dacă greutatea se ține mai sus, la nivelul pieptului, sau în spate, centrul de greutate se va deplasa în sus. Cu cît obiectul purtat are o greutate mai mică, cu atît deplasarea centrului de greutate va fi mai redusă.

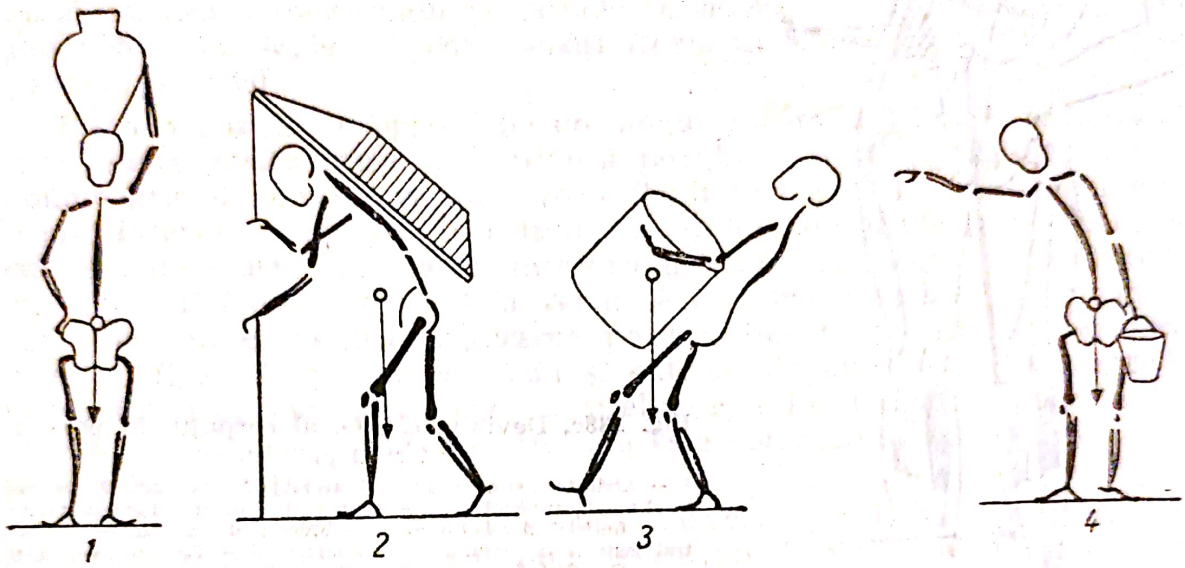


Fig. 238a. Poziții asimetrice (cu greutate)

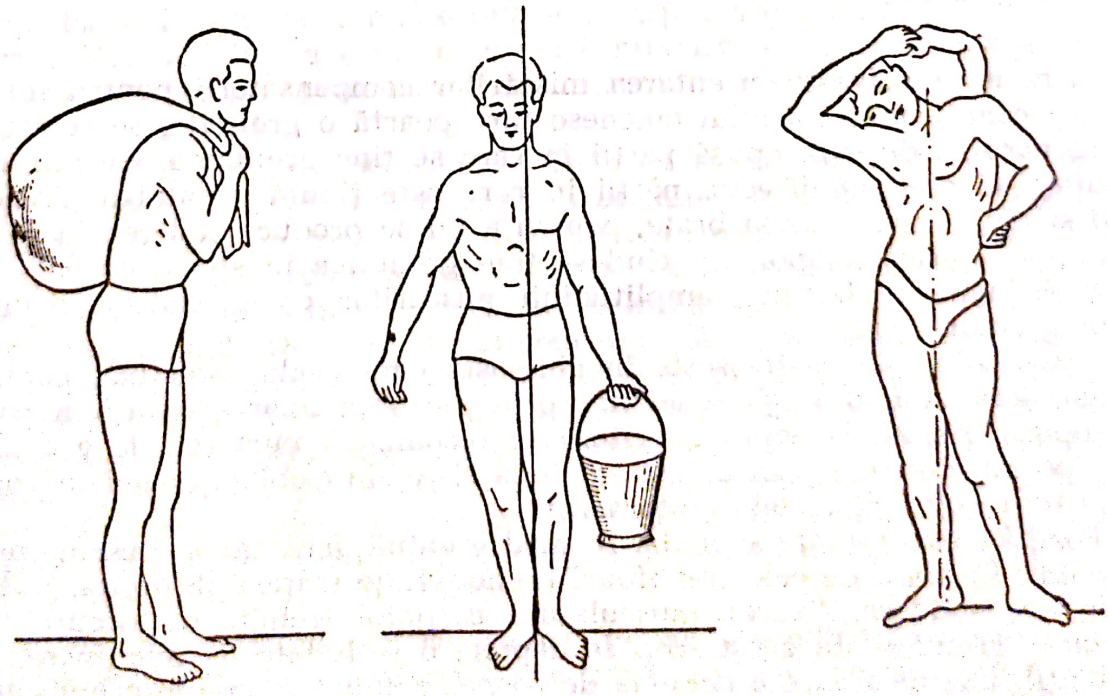


Fig. 238b. Poziția C.G.G. în funcție de modul cum se poartă o greutate

Scanned with OKEN Scanner

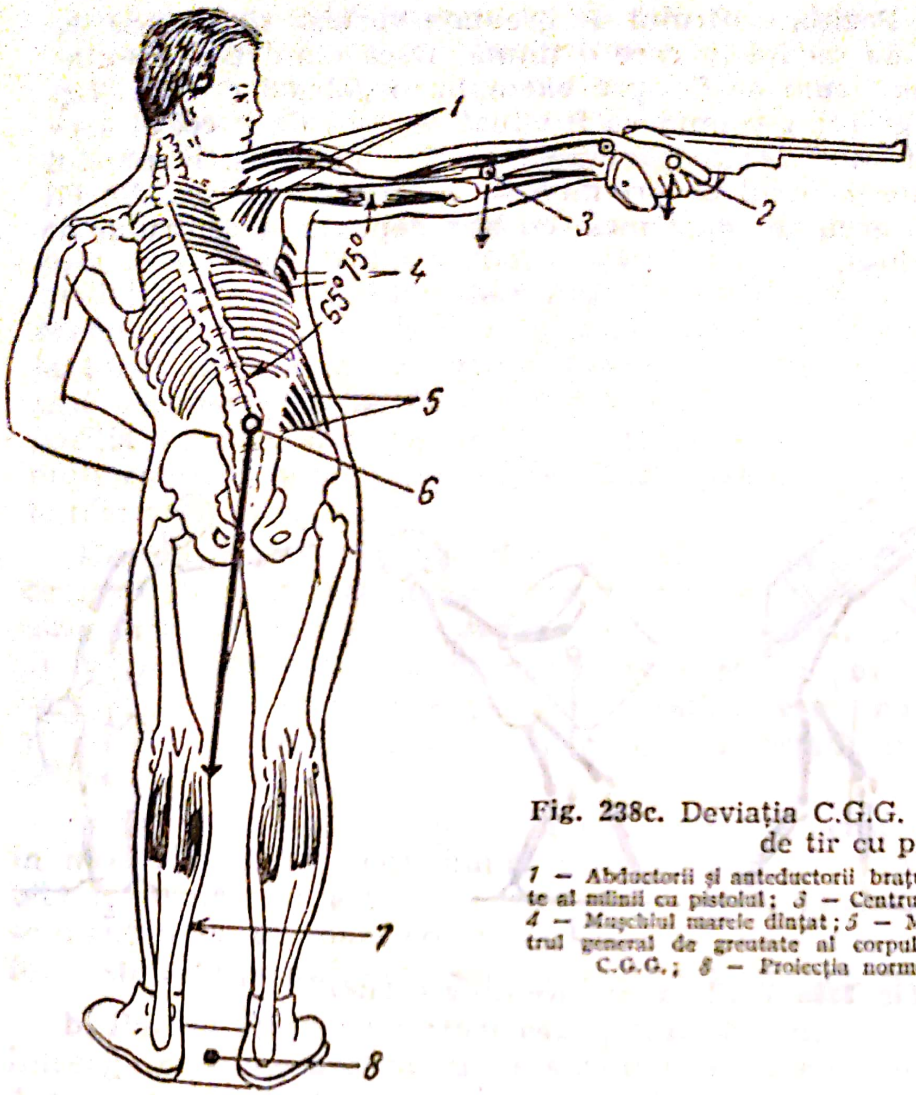


Fig. 238c. Deviația C.G.G. al corpului în poziția de tir cu pistolul

1 — Abductorii și anteductorii brațului; *2* — Centrul de greutate al mîinii cu pistolul; *3* — Centrul de greutate al antebrațului; *4* — Mușchiul marele dințat; *5* — Mușchii abdominali; *6* — Centrul general de greutate al corpului; *7* — Deviația verticalei C.G.G.; *8* — Proiecția normală a verticalei C.G.G.

În ceea ce privește orientarea mișcărilor compensatorii pentru menținerea echilibrului corpului omenesc care poartă o greutate, se remarcă o înclinare în direcția opusă părții în care se ține greutatea. Corpul are tendința să cadă în direcția părții în care este ținută greutatea. Astfel, cînd se ține o greutate în brațe, pentru a nu se produce căderea înainte, corpul se apleacă înapoi, iar cînd se ține greutatea în spate, corpul se apleacă înainte. Mărimea amplitudinii mișcărilor compensatorii depinde de greutatea ridicată.

Acest principiu se folosește în gimnastica medicală corectivă, pentru ameliorarea unor deviații scheletice prin purtarea unor greutăți în partea opusă. Astfel, la copiii cu cifoză se recomandă purtarea de greutăți mici pe cap, întrucît prin această metodă ei se simt obligați să-și îndrepte curbura coloanei vertebrale toracice.

Pozițiile cu greutate schimbă în mod esențial activitatea musculaturii corpului. În afară de cele trei tipuri de activitate statică obișnuită (menținere, consolidare, fixare), musculatura corpului trebuie să asigure și purtarea greutății. În acest scop se depune o activitate de menținere a greutății, una de fixare a acesteia de corpul omului și una de echilibrare în condițiile deplasării centrului de greutate.

Scanned with OKEN Scanner

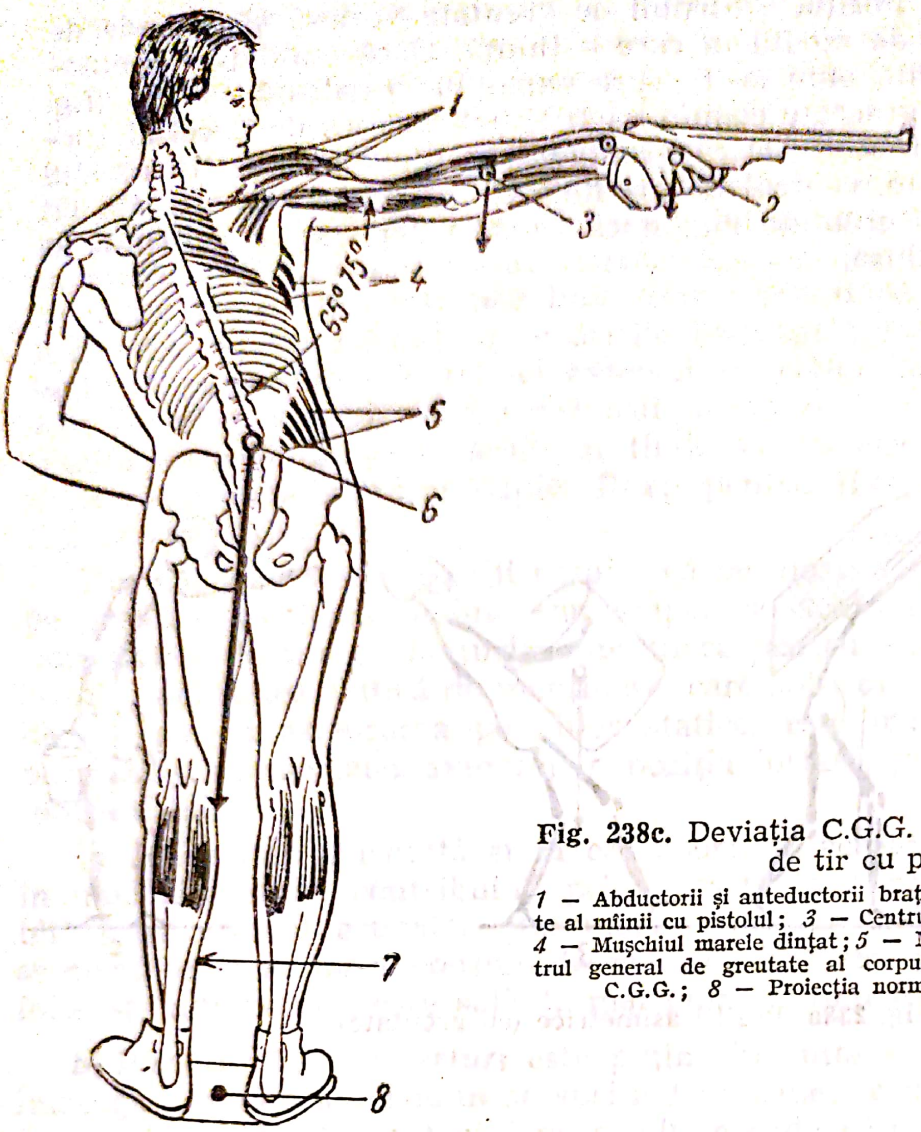


Fig. 238c. Deviația C.G.G. al corpului în poziția de tir cu pistolul

1 — Abductorii și anteductorii brațului; *2* — Centrul de greutate al mîinii cu pistolul; *3* — Centrul de greutate al antebrațului; *4* — Mușchiul marele dințat; *5* — Mușchii abdominali; *6* — Centrul general de greutate al corpului; *7* — Deviația verticalei C.G.G.; *8* — Proiecția normală a verticalei C.G.G.

În ceea ce privește orientarea mișcărilor compensatorii pentru menținerea echilibrului corpului omenesc care poartă o greutate, se remarcă o înclinare în direcția opusă părții în care se ține greutatea. Corpul are tendința să cadă în direcția părții în care este ținută greutatea. Astfel, cînd se ține o greutate în brațe, pentru a nu se produce căderea înainte, corpul se apleacă înapoi, iar cînd se ține greutatea în spate, corpul se apleacă înainte. Mărimea amplitudinii mișcărilor compensatorii depinde de greutatea ridicată.

Acest principiu se folosește în gimnastica medicală corectivă, pentru ameliorarea unor deviații scheletice prin purtarea unor greutăți în partea opusă. Astfel, la copiii cu cifoză se recomandă purtarea de greutăți mici pe cap, întrucît prin această metodă ei se simt obligați să-și îndrepte curbura coloanei vertebrale toracice.

Pozițiile cu greutate schimbă în mod esențial activitatea musculaturii corpului. În afară de cele trei tipuri de activitate statică obișnuită (menținere, consolidare, fixare), musculatura corpului trebuie să asigure și purtarea greutății. În acest scop se depune o activitate de menținere a greutății, una de fixare a acesteia de corpul omului și una de echilibrare în condițiile deplasării centrului de greutate.

Scanned with OKEN Scanner

În poziţiile cu greutate mişcările respiratorii sînt îngreuiate, mai ales cînd greutatea este purtată în braţe, întrucît se produce o blocare a toracelui şi o contracţie puternică a muşchilor peretelui abdominal. Este cunoscut faptul că o greutate se duce mai uşor în spate decît în braţe.

d) *Poziţia stînd cu piciorul ridicat înainte.* Un membru inferior suportă întreaga greutate a corpului, iar celălalt formează un unghi drept cu trunchiul, fiind flectat în articulaţia coxo-femurală şi extins la genunchi; în articulaţia talo-crurală se produce, de obicei, o flexie plantară. Această poziţie este mai uşor de realizat dacă se execută cu genunchiul în flexie micşorîndu-se întinderea muşchilor ischiogambieri; cu genunchiul în flexie se poate depăşi flexia în articulaţia coxo-femurală cu mult peste 90°.

Fiind o poziţie cu sprijin pe un singur membru inferior, ea solicită mai intens musculatura care asigură poziţia corpului în întregime, şi anume grupele musculare ale triplei flexii şi triplei extensii ale membrului inferior de sprijin. În activitatea statică depusă de lanţurile musculare antagoniste ale acestui membru inferior predomină tripla extensie. Trunchiul este menţinut la verticală de contracţia muşchilor şanţurilor vertebrale. Pentru asigurarea poziţiei flexate a celuilalt membru inferior, flexorii coapsei pe bazin şi extensorii gambei depun o activitate intensă de menţinere, care se prelungeşte în sus către peretele abdominal, a cărui musculatură ventrală este contractată spre a împiedica înclinarea bazinului.

Condiţiile de echilibru sînt scăzute, întrucît baza de susţinere este redusă la conturul plantei piciorului de sprijin, iar unghiul de stabilitate micşorat prin ridicarea concomitentă a centrului general de greutate al corpului (prin ridicarea membrului inferior în urma flexiei coapsei. centrul general de greutate suferă o mişcare de ascensiune). În acelaşi timp, baza de susţinere micşorîndu-se, corpul are tendinţă să cadă spre partea fără sprijin; ca urmare suferă o mişcare de înclinare uşoară către piciorul de sprijin, prin bascularea bazinului efectuată de muşchii fesieri mijlociu şi mic.

Prin flexia coapsei pe bazin, o dată cu ridicarea centrului de greutate are loc şi o deplasare ventrală a acestuia; în consecinţă, corpul are tendinţa să cadă înainte, fapt care nu se produce însă, întrucît survin o serie de mişcări compensatorii: bazinul este înclinat dorsal prin contracţia muşchilor ischiogambieri, iar coloana vertebrală îşi accentuează curbura lombară. Deoarece înclinarea dorsală a bazinului este asigurată de muşchii ischiogambieri, care sînt şi flexori ai gambei, poziţia membrului inferior de sprijin este menţinută mai bine dacă se face şi o uşoară flexie a genunchiului, care permite o mai uşoară înclinare a bazinului. Insuficienţa pasivă (întinderea maximă) a muşchilor ischiogambieri este cea care explică dificultatea flexiei membrului inferior pe bazin în condiţiile extensiei genunchiului, precum şi greutatea menţinerii genunchiului piciorului de sprijin în extensie.

e) *Poziţia stînd cu piciorul ridicat înapoi.* Amplitudinea acestei mişcări în articulaţia coxofemurală este mică: 10—15°. Dacă vrem s-o continuăm, mişcarea se produce prin înclinarea ventrală a bazinului şi a întregului corp. Poziţia este asigurată de extensorii coapsei, care depun o

Scanned with OKEN Scanner

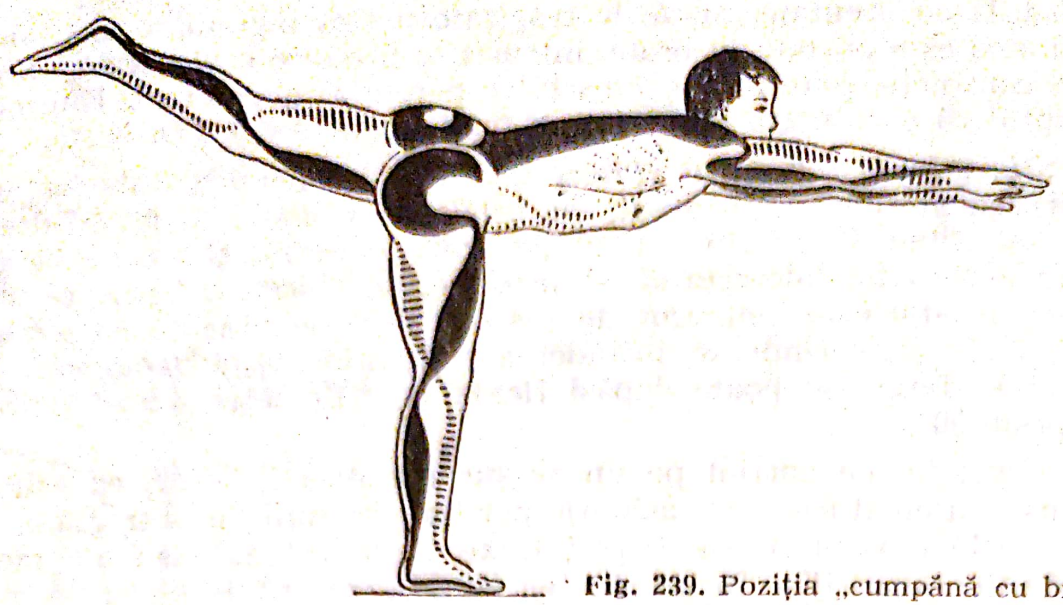


Fig. 239. Poziția „cumpănă cu brațele înainte" și lanțurile musculare care o asigură.

activitate de menținere, în timp ce mușchii peretelui abdominal și flexorii coapsei pe bazin sînt întinși.

f) *Poziția cumpănă cu brațele lateral* (fig. 239). În această poziție greutatea corpului se sprijină pe unul din membrele inferioare, blocat în extensie la nivelul articulației genunchiului. Corpul și membrul inferior liber sînt orizontale, iar membrele superioare extinse lateral. Deoarece greutatea trunchiului și capului depășește pe aceea a membrului inferior liber, pentru menținerea echilibrului se produc mișcări compensatorii, musculatura depunînd un efort însemnat. Centrul general de greutate se află deplasat mult înainte, corpul avînd tendința să cadă în față. Acest lucru este împiedicat prin efortul puternic de menținere al mușchilor triplei extensii de la picorul de sprijin. Corpul și membrul inferior liber sînt fixate în extensie formînd un arc ușor, cu concavitatea în sus. Poziția laterală a membrelor superioare contribuie la păstrarea echilibrului în plan frontal, greu de menținut numai prin contracția mușchilor gambei, care exercită pronația și supinația labei piciorului. Poziția cumpănă cu brațele lateral poate fi dată ca exemplu pentru exercițiile de echilibru și coordonare neuro-musculară. Respirația în această poziție este îngreuiată, fiind mai mult de tip toracic inferior și diafragmatic.

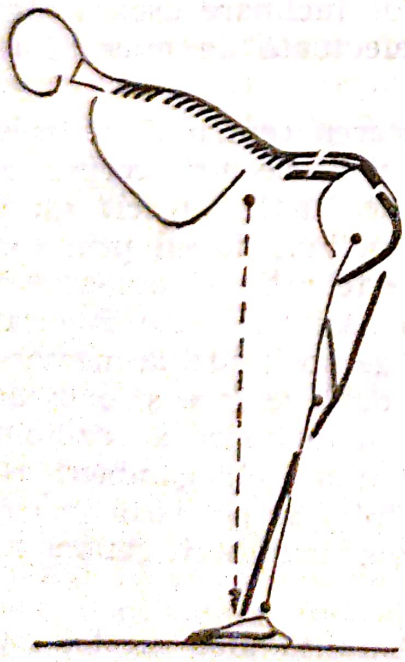


Fig. 240. Lanțurile musculare care asigură poziția flectată

g) *Poziția de flexie ventrală a trunchiului* (fig. 240). Prin îndoirea ventrală a trunchiului din poziția stînd, centrul de greutate este deplasat înainte, iar corpul are tendința să cadă în față. Pentru menținerea echilibrului, în afară de contracția statică a musculaturii,

Scanned with OKEN Scanner

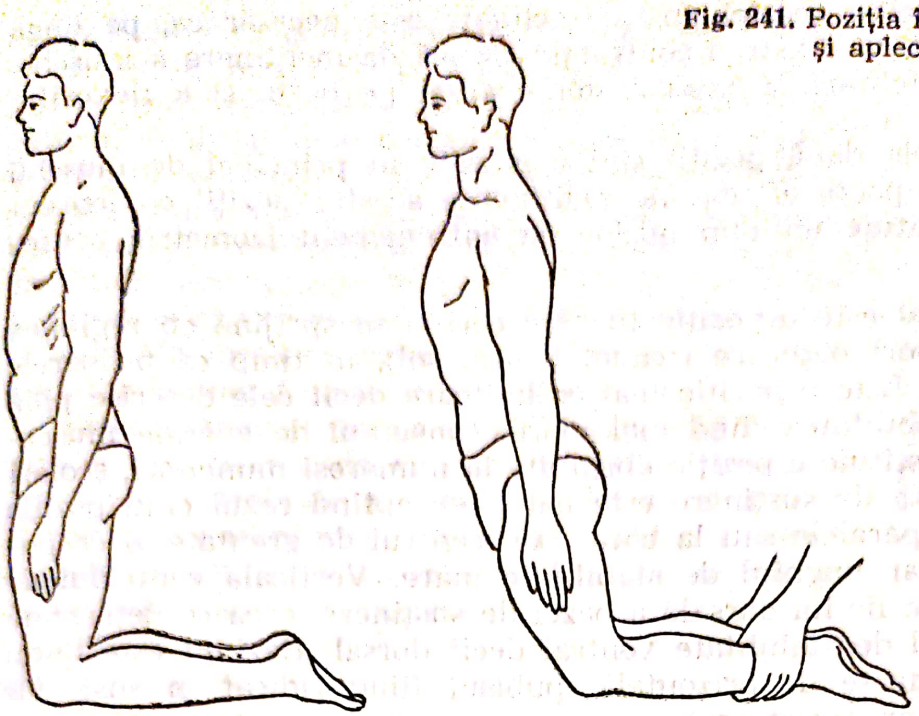


Fig. 241. Poziția în genunchi normală și aplecată înainte

se produc o serie de mișcări compensatorii: bazinul este înclinat ventral și împins înapoi, iar cînd flexia trunchiului se accentuează, este necesar să se facă și o ușoară flexie a genunchilor pentru a micșora gradul de întindere pasivă a mușchilor ischio-gambieri.

Flexia ventrală a trunchiului se produce prin îmbinarea activității de învingere a mușchilor pereților abdominali cu activitatea de cedare a mușchilor șanțurilor vertebrale, iar poziția flexată este asigurată prin activitatea statică de menținere a mușchilor șanțurilor vertebrale. Poziția bazinului și a membrelor inferioare este asigurată de contracțiile statice de fixare a lanțurilor musculare antagoniste ale triplei flexii și triplei extensii, cu predominanța grupelor musculare care fac tripla extensie. În această poziție respirația este îngreuiată: inspirația este greoaie, iar expirația ușurată.

h) *Poziția în genunchi* (fig. 241) are o mai mare stabilitate decît pozițiile stînd, întrucît baza de susținere a corpului este mult mărită; ea reprezintă un patrulater format din cele două rotule și vîrfurile picioarelor. Gradul mai mare de stabilitate rezultă și din faptul că centrul general de greutate al corpului este coborît, ceea ce determină și o mărire a unghiului de stabilitate. Întrucît verticala centrului de greutate cade spre limita dinainte a bazei de susținere, echilibrul este mai greu de asigurat către înainte; acest fapt necesită o participare mai puternică a mușchilor șanțurilor vertebrale și a extensorilor coapsei pe bazin în asigurarea poziției. Bazinul este mai înclinat decît în poziția stînd, pubisul fiind coborît în jos, iar curbura lombară accentuată.

În cazul cînd o altă persoană fixează picioarele pe sol, este posibil să se mențină o poziție în genunchi, înclinată ventral, fără să se producă dezechilibrarea înainte, deși verticala centrului de greutate cade înaintea bazei de susținere.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru menținerea acestei poziții înclinate este necesar ca, pe lîngă fixarea picioarelor, să existe o contracție statică de menținere a mușchilor șanțurilor vertebrale, a extensorilor coapsei pe bazin și a flexorilor gambei pe coapsă.

Întrucît ultimele două poziții sînt asigurate în principal de mușchii ischiogambieri, se poate afirma că menținerea acestor poziții cu îngreuieri diferite constituie un bun mijloc de antrenament izometric pentru acești mușchi.

i) *Poziția șezînd* este o poziție în care corpul se sprijină cu regiunea fesieră pe un suport oarecare (scaun, bancă, sol), în timp ce picioarele se sprijină pe sol. Este o poziție mai odihnitoare decît cele descrise pînă acum, întrucît stabilitatea fiind mai mare, consumul de energie musculară scade. Ea constituie o poziție obișnuită la numeroși muncitori, școlari și funcționari. Baza de susținere este mare, exceptînd cazul cînd poziția șezînd se face pe paralele sau la bara fixă: centrul de greutate al corpului este coborît, iar unghiul de stabilitate mare. Verticala centrului de greutate cade către limita dorsală a bazei de susținere, ceea ce determină un mai mare grad de stabilitate ventral decît dorsal. Bazinul este puțin înclinat, apropiindu-se de orizontală, pubisul fiind ridicat în sus, iar curbura lombară aproape ștearsă.

Consumul de forță musculară se reduce numai la asigurarea poziției trunchiului și capului și este constituit din activitatea de fixare a lanțurilor musculare dorsale și ventrale, cu predominanța mușchilor șanțurilor vertebrale. Efortul sporit al acestor mușchi determină oboseala lor înaintea celorlalte grupe musculare, manifestată prin cedarea parțială a contracției și apariția unor poziții flectate înainte ale capului și trunchiului. Aceste poziții, dacă sînt menținute timp îndelungat, pot duce la deformații ale scheletului, cum se întîmplă la unii școlari sau chiar la muncitori. De aceea este recomandabil ca atît școlarii, cît și muncitorii care-și desfășoară munca din poziția șezînd, să facă cu regularitate gimnastică medicală (gimnastică de producție), care are drept scop combaterea deformațiilor scheletice și antrenarea musculaturii. Exercițiile de gimnastică de înviorare sau de producție au un rol important și în stimularea funcțiilor vegetative ale organismului.

Respirația în poziția șezînd se face în condiții bune, fiind de tip toracic inferior. Totuși, cu cît flexia trunchiului înainte este mai accentuată, cu atît respirația se îngreuiază. Cea mai comodă poziție șezînd, care asigură și o respirație optimă, este poziția șezînd cu spatele rezemat în fotoliu sau șezlong, care asigură o relaxare maximă a musculaturii corpului.

Poziția șezînd pe podea este mai puțin comodă, întrucît atunci cînd se mențin genunchii întinși se produce o suprasolicitare pasivă a mușchilor ischio-gambieri, iar cînd se flectează genunchii este necesară o flexie ventrală a trunchiului, care jenează mișcările respiratorii.

Această poziție se folosește totuși ca poziție de plecare pentru exerciții de flexie și extensie a trunchiului, cînd se urmărește întărirea mușchilor peretelui abdominal, care sînt solicitați intens.

Pentru trecerea din poziția șezînd în poziția stînd este necesară o flexie a trunchiului, urmată de tripla extensie a membrelor inferioare și apoi de îndreptarea trunchiului.

Scanned with OKEN Scanner

j) *Poziția cu genunchii îndoiți* (fig. 242) poate fi menținută în sprijin pe toată planta sau numai pe vîrfurile picioarelor. În această poziție, deși centrul de greutate al corpului se găsește mai jos, echilibrul este greu de menținut din cauza dimensiunilor mici ale sprijinului. Verticala centrului de greutate trece ventral față de articulația coxofemurală, dorsal față de articulațiile genunchilor și întretaie axa ce unește cele două articulații talocrurale. Membrele superioare pot ajuta echilibrarea corpului în plan frontal prin ducerea lor lateral.

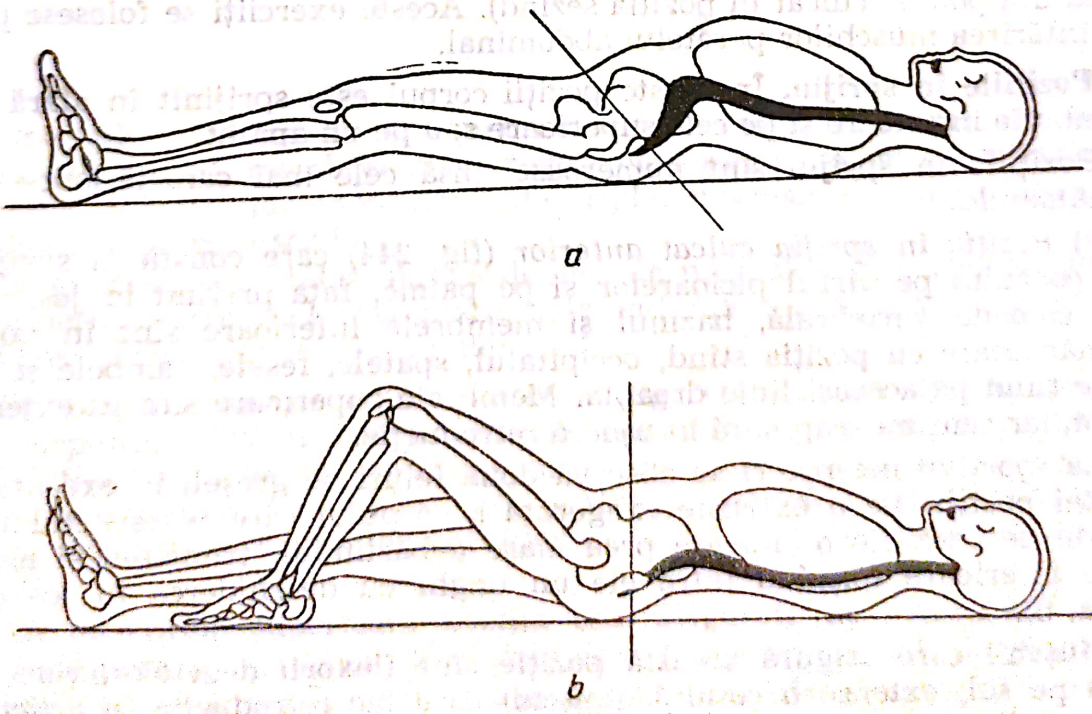
Efortul static al musculaturii pentru asigurarea acestei poziții este de menținere pentru mușchii șanțurilor vertebrale și lanțul triplei extensii de la membrele inferioare. Restul musculaturii antagoniste se comportă ca mușchi fixatori, avînd o contribuție mai puțin intensă.

Poziția cu genunchii îndoiți nu poate fi menținută timp îndelungat din cauza efortului puternic depus de musculatura amintită mai sus, precum și pentru motivul că se creează condiții defavorabile de circulație la membrele inferioare și îngreuierea mișcărilor respiratorii.

Fig. 242. Poziția stînd cu genunchii îndoiți

Această poziție se folosește în timpul coborîrii cu schiurile și la hochei. La unele popoare orientale este o poziție obișnuită în care se efectuează chiar o serie de munci.

k) *Poziția culcat* (fig. 243) este cea mai favorabilă poziție pentru odihnă. Suprafața de sprijin a corpului, culcat pe un suport moale (saltea),



a

b

Fig. 243. Poziția culcat:

a) — cînd membrele inferioare sînt întinse, curbura lombară este accentuată ; *b)* — cînd unul din membrele inferioare este flectat, curbura lombară scade.

Scanned with OKEN Scanner

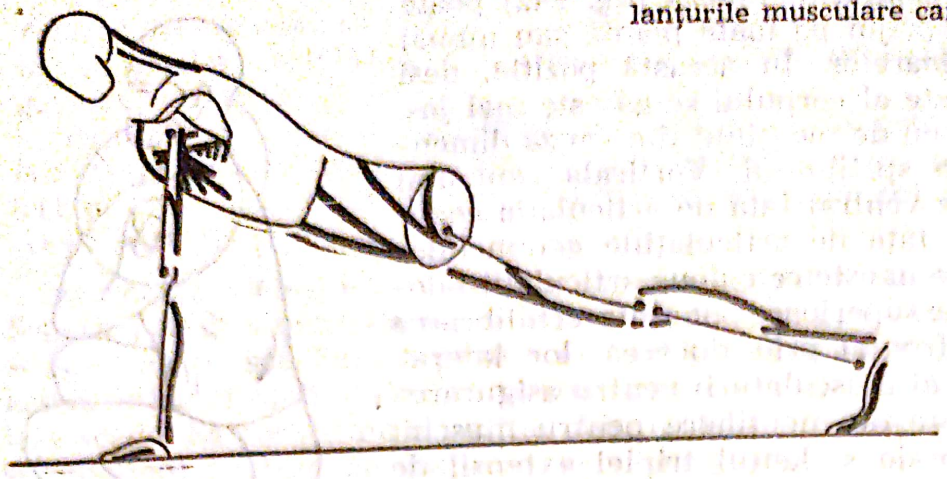


Fig. 244. Poziția în sprijin culcat anterior, cu lanțurile musculare care o asigură

este maximă. Centrul de greutate este foarte aproape de baza de susținere, poziția corpului apropiindu-se mult de echilibrul indiferent. Musculatura corpului este în relaxare maximă, respirația și circulația sînt favorizate.

Pe un sprijin tare (podea), suprafața de contact este mai mică, fiind reprezentată prin regiunea occipitală, regiunea dorsală superioară, fesele și călcîiele.

În poziția culcat cu genunchii întinși, bazinul este mult înclinat, ceea ce determină o întindere a mușchilor pereților abdominali care creează dificultăți în respirație. În cazul cînd genunchii și coapsele sînt flectate, întinderea dispare, iar poziția este mai comodă.

Poziția culcat este o poziție inițială pentru o serie de exerciții fizice, flexia pe bazin a membrelor inferioare întinse și flexia trunchiului (trecerea din poziția culcat în poziția șezînd). Aceste exerciiți se folosesc pentru întărirea mușchilor peretelui abdominal.

Pozițiile în sprijin. În aceste poziții corpul este sprijinit în afară de membrele inferioare și pe cele superioare sau pe un aparat.

Pozițiile în sprijin sînt numeroase, însă cele mai caracteristice sînt următoarele:

a) *Poziția în sprijin culcat anterior* (fig. 244) care constă în sprijinirea corpului pe vîrful picioarelor și pe palme, fața privind în jos. Capul, coloana vertebrală, bazinul și membrele inferioare sînt în poziții asemănătoare cu poziția stînd, occipitalul, spatele, fesele, gambele și călcîiele fiind pe aceeași linie dreaptă. Membrele superioare sînt în extensie la cot, iar centura scapulară în ușoară retroducție.

La sportivii începători se observă două feluri de greșeli în executarea acestei poziții: fie o extensie exagerată a corpului care ia aspectul unei coarde de cerc, fie o ridicare prea mare a bazinului, trunchiul și membrele inferioare formînd între ele un unghi cu deschiderea în jos (fig. 245 a, b).

Mușchii care asigură această poziție sînt flexorii degetelor, care fac priza pe sol, extensorii cotului, mușchii care fac retroducția în articulația scapuloumerală, și bascula laterală a scapulei, opunîndu-se deplasării dorsomediale a scapulei și alunecării în jos a toracelui. La trunchi, mușchii

Scanned with OKEN Scanner

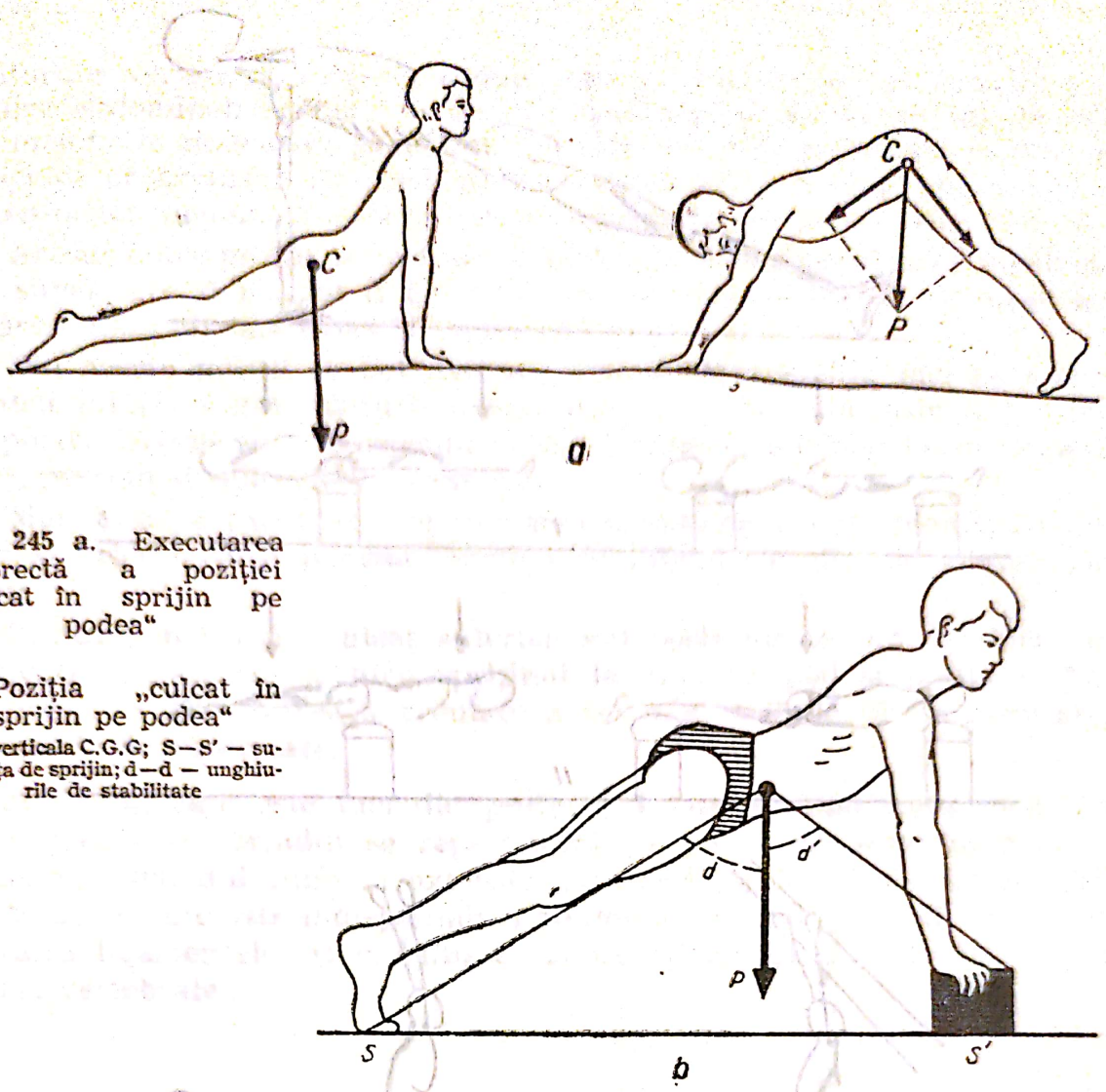


Fig. 245 a. Executarea necorectă a poziției „culcat în sprijin pe podea"

b. Poziția „culcat în sprijin pe podea"

P — verticala C.G.G; S—S' — suprafața de sprijin; d—d — unghiurile de stabilitate

chii pereților abdominali se opun extensiei exagerate a coloanei vertebrale, iar poziția membrelor inferioare este asigurată de contribuția simultană a lanțurilor musculare ale triplei extensii și triplei flexii, cu predominanța extensorilor.

În general, activitatea statică depusă de musculatura corpului este de menținere, efortul cel mai mare revenind musculaturii membrelor superioare, inclusiv centurii scapulare.

b) *Poziția în sprijin culcat posterior* (fig. 246), care constă în sprijinirea corpului, aflat cu fața în sus, pe membrele superioare și pe călcîie. Sub influența forței de gravitație corpul are tendința să se încline către sol și este menținut rectiliniu prin contracția statică a extensorilor coapsei pe bazin și a mușchilor pereților abdominali, cu colaborarea antagoniștilor.

La membrele superioare poziția este asigurată de contracția statică de menținere a flexorilor degetelor, care fac priza pe sol, de extensorii cotului, retroductorii în articulația scapuloumerală și mușchii care fac bascula medială a scapulei. Grupele musculare antagoniste contribuie la fixarea poziției corecte a membrelor superioare. La trunchi mușchii

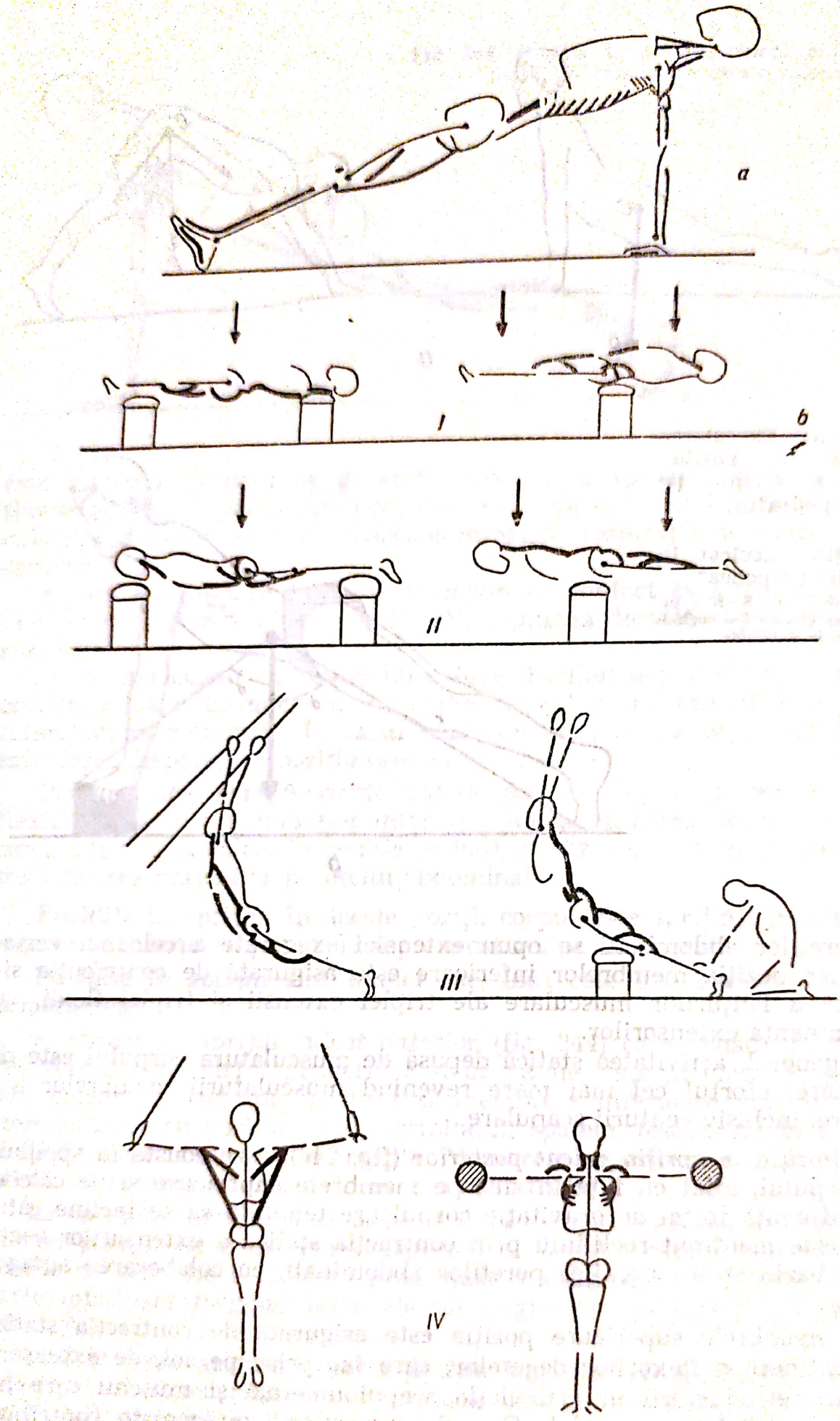


Fig. 246. Poziții diferite

a — Poziția culcat în sprijin posterior; lanțurile musculare care asigură această poziție; *b)* — grupele și lanțurile musculare care asigură diferite poziții în sprijin pe banca de gimnastică; *I* — Poziția culcat în sprijin dorsal dublu și poziția culcat în sprijin dorsal simplu; *II* — Poziția culcat în sprijin ventral dublu și poziția culcat în sprijin ventral simplu; *III* — Poziția în sprijin înclinat ventral și poziția de extensie cu sprijin pe genunchii și vîrfuri; *IV* — Poziția în sprijin lateral la inele și poziția stînd cu membrele superioare în abducție (cu îngreuiere).

Scanned with OKEN Scanner

șanțurilor vertebrale asigură poziția coloanei vertebrale, iar mușchii pereților abdominali se opun basculării bazinului și apropierii lui de sol. La membrele inferioare poziția este menținută prin contracția statică a grupelor antagoniste, cu predominanța extensorilor coapsei pe bazin, a extensorilor genunchilor și a flexorilor dorsali ai labei piciorului.

Aceste două poziții în sprijin solicită mai ales musculatura membrelor superioare și nu pot fi executate de persoane debile și de copii; ele întăresc mușchii care execută cățăratul.

Din aceste poziții se pot executa o serie de exerciții, mai cu seamă pentru întărirea musculaturii membrelor superioare, inclusiv a centurii scapulare. Astfel se pot executa flexii și extensii ale membrelor superioare, precum și ridicării ale acestora.

Mai greu de executat este ridicarea simultană a unui membru superior și inferior în diagonală, întrucît echilibrul corpului se asigură mai greu.

Pozițiile în sprijin culcat anterior sau posterior se pot considera ca exerciții pregătitoare pentru sprijinul la aparate, pod și pozițiile stînd pe mîini, în care întreaga greutate a corpului trebuie să fie menținută de membrele superioare.

c) *Podul*, care este una din pozițiile de sprijin mai complicate (fig. 247); greutatea corpului se repartizează pe membrele superioare și inferioare, trunchiul fiind în extensie puternică, în formă de arc de cerc. Forța de frecare este indispensabilă pentru efectuarea podului, ca și elasticitatea ligamentelor și mobilitatea articulațiilor (în primul rînd ale coloanei vertebrale).

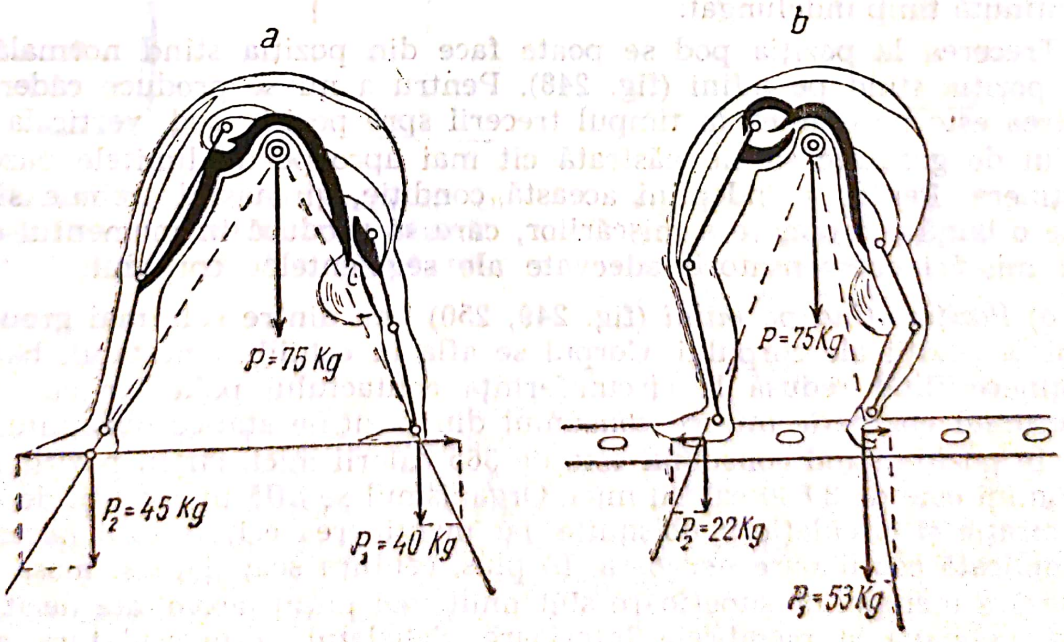


Fig. 247. Poziția „podul". Repartiția forțelor de greutate asupra membrelor în funcție de valoarea unghiului format între C.G.G. și locurile de sprijin pe sol.

Scanned with OKEN Scanner

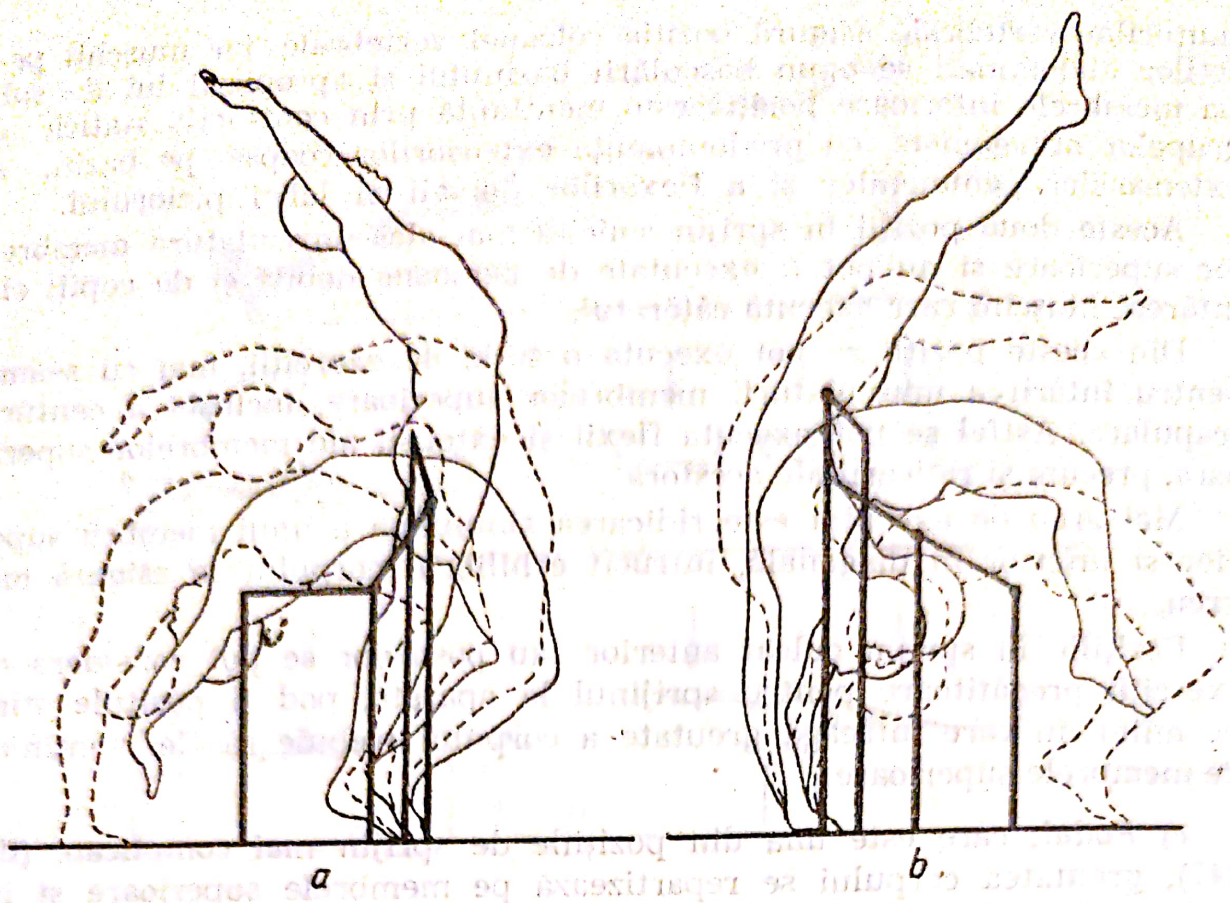


Fig. 248. Traiectoriile corpului la trecerea în poziția pod
a) — din poziția „stînd normală"; *b)* — din poziția „stînd pe mîini".

Această poziție creează condiții foarte grele respirației și circulației, cerînd și un efort muscular puternic; din acest motiv ea nu poate fi menținută timp îndelungat.

Trecerea la poziția pod se poate face din poziția stînd normală sau din poziția stînd pe mîini (fig. 248). Pentru a nu se produce căderea și lovirea este necesar ca în timpul trecerii spre poziția pod, verticala centrului de greutate să fie păstrată cît mai aproape de limitele bazei de susținere. Pentru a îndeplini această condiție, gimnastul trebuie să posede o bună coordonare a mișcărilor, care să producă în momentul oportun mișcări compensatorii adecvate ale segmentelor corpului.

d) *Poziția stînd pe mîini* (fig. 249, 250) una dintre cele mai greu realizabile poziții ale corpului. Corpul se află în echilibru nestabil, baza de susținere fiind redusă la circumferința contactului palmelor cu solul. Consumul energetic întrece consumul din pozițiile statice obișnuite: astfel, în poziția stînd consumul este de 365 calorii mici, iar în poziția stînd pe mîini este de 3 880 calorii mici. Organismul se află în condiții de efort, respirație și circulație neobișnuite, iar menținerea echilibrului necesită o complicată coordonare nervoasă. În plus, centura scapulară și masa musculară a membrelor superioare sînt mult mai puțin dezvoltate decît centura pelviană și membrele inferioare. Scheletul și musculatura membrului superior nu sînt adaptate pentru funcția de susținere, iar scheletul mîinii nu are o arhitectură similară bolții plantare, care să permită suportul de greutăți mari.

Scanned with OKEN Scanner

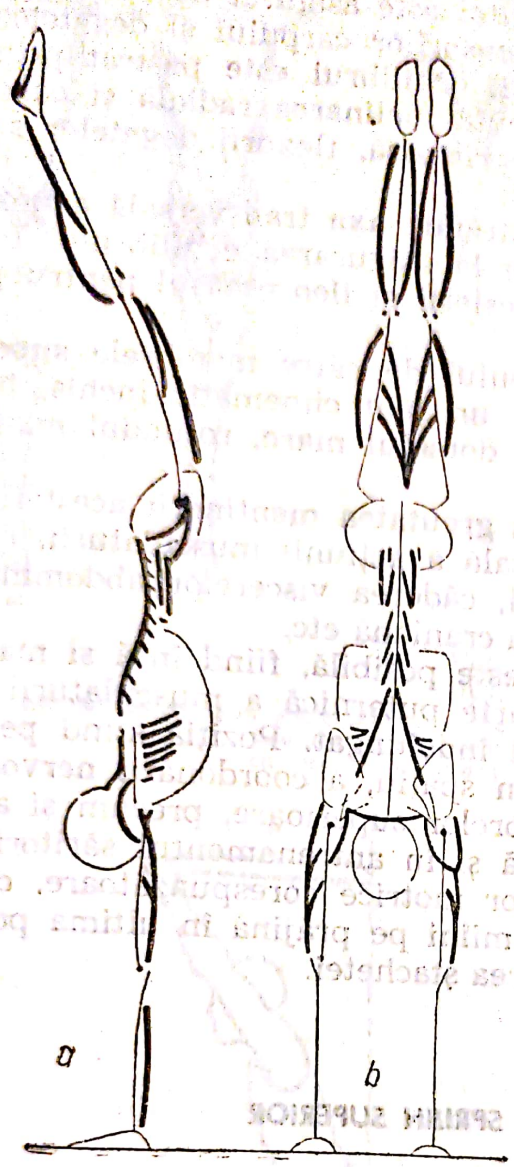


Fig. 249. Poziția „stînd pe mîini", cu lanțurile musculare care o asigură:
a) — vedere din profil; *b)* — vedere din față.

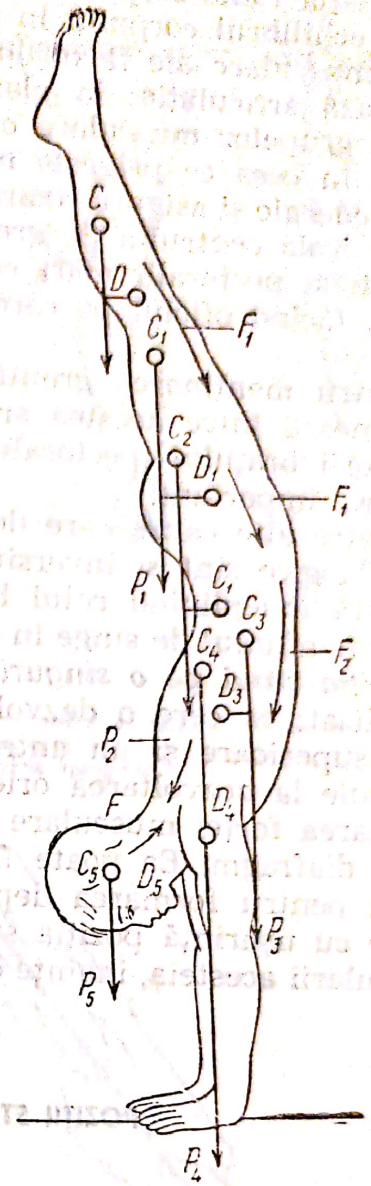


Fig. 250. Poziția „stînd pe mîini". Săgețile indică acțiunea forței gravitaționale asupra segmentelor corpului

În poziția stînd pe mîini greutatea membrelor inferioare exagerează curbura lombară și cervicală a coloanei vertebrale și o micșorează pe cea toracică. Corpul în întregime, are tendința să se curbeze, formînd un arc deschis dorsal: această arcuire a corpului este însă limitată de apofizele spinoase ale vertebrelor (mai ales cele toracice), de rezistența discurilor intervertebrale, de tensiunea pasivă a mușchilor flexori ai coapsei pe bazin, întinderea ligamentelor ileo-femurale, de tensiunea pasivă a mușchilor peretelui abdominal. Membrele superioare mențin greutatea corpului prin capetele humerale aflate în elevație și prin centura scapulară, unde rolul cel mai important îl au mușchii ce execută bascula medială, care se opun prăbușirii corpului. La cot depun o activitate statică de fixare grupele musculare antagoniste cu predominanța extensorilor.

Scanned with OKEN Scanner

Articulația radio-carpiană joacă rolul articulației talo-crurale din poziția stînd: echilibrul corpului în plan sagital este asigurat de contracția grupelor musculare ale flexorilor și extensorilor carpului și degetelor, care blochează articulația; în plan frontal, echilibrul este păstrat prin contracția grupelor musculare care execută înclinarea radială și cubitală a mîinii. În ceea ce privește mîna propriu-zisă, flexorii degetelor se contractă energic și asigură fixarea pe sol.

Verticala centrului de greutate întretaie axa transversală a umerilor; deltoizii și pectoralii mari contribuie la asigurarea echilibrului în plan sagital, făcînd oficiul pe care-l fac fesierii și ileo-psoasul pentru poziția stînd.

Pentru menținerea greutății corpului de către membrele superioare se formează între acestea și trunchi un lanț cimematic închis, în care adductorii brațului (pectoralul mare, dorsalul mare, rotundul mare etc.) au un rol important.

Printre alte cauze care determină greutatea menținerii acestei poziții antifiziologice sînt și inversiunea totală a acțiunii musculaturii, centura scapulară îndeplinind rolul bazinului, căderea viscerelor abdominale de diafragm, afluxul de sînge în regiunea craniană etc.

Poziția stînd pe o singură mînă este posibilă, fiind însă și mai greu de realizat; ea cere o dezvoltare foarte puternică a musculaturii membrelor superioare și un antrenament îndelungat. Poziția stînd pe mîini contribuie la dezvoltarea orientării în spațiu, a coordonării nervoase, la dezvoltarea forței musculare a membrelor superioare, precum și a mușchiului diafragm. Ea poate fi folosită și în antrenamentul săritorilor cu prăjina pentru formarea deprinderilor motrice corespunzătoare, care să asigure cu ușurință poziția stînd pe mîini pe prăjină în ultima porțiune a pendulării acesteia, înainte de trecerea ștachetei.

POZIȚII STATICE CU SPRIJIN SUPERIOR

În categoria pozițiilor statice cu sprijin superior sînt cuprinse poziții variate și numeroase. Întrucît centrul de greutate al corpului se află situat sub baza de susținere, aceste poziții sînt de echilibru stabil, iar activitatea statică a musculaturii corpului pentru asigurarea lor este predominant de consolidare și de menținere.

a) *Principala poziție* cu sprijin superior este *poziția atîrnat*. Ea se poate executa la aparate fixe (bară) sau mobile (inele). Pozițiile atîrnat se deosebesc considerabil de pozițiile statice analizate pînă acum, care au toate sprijin inferior.

Corpul aflat în poziția atîrnat poate fi comparat cu un pendul, întrucît sub acțiunea unor forțe exterioare el poate oscila (fig. 251, 252). Poziția atîrnat la un aparat fix poate fi executată în două moduri: pasiv și activ.

Corpul care atîrnă pasiv are capul coborît între umeri, care sînt ridicați; scapulele sînt în basculă laterală maximă, iar curburile coloanei vertebrale șterse. Poziția aceasta este caracteristică începătorilor, precum

Scanned with OKEN Scanner

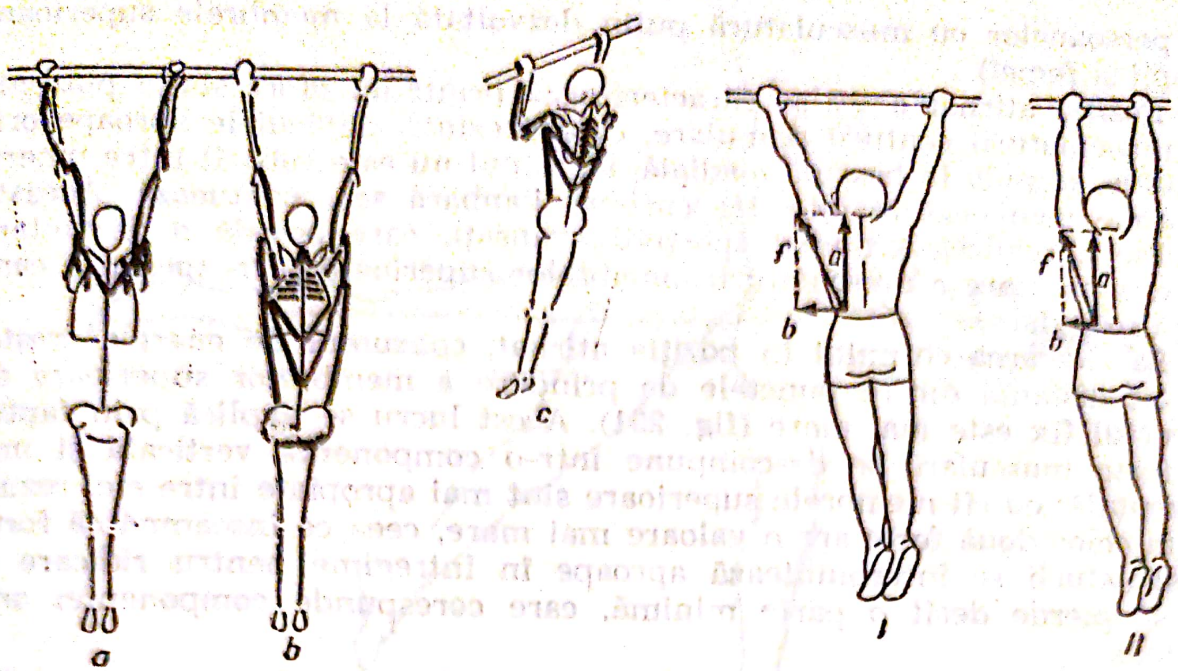


Fig. 251.
Poziția atîrnat

Lanțurile musculare care asigură poziția atîrnat (vedere centrală); *b* — vedere dorsală; *c* — Lanțurile musculare care asigură tracțiunea în brațe la bară.
I — cu brațele depărtate; *II* — cu brațele apropiate.

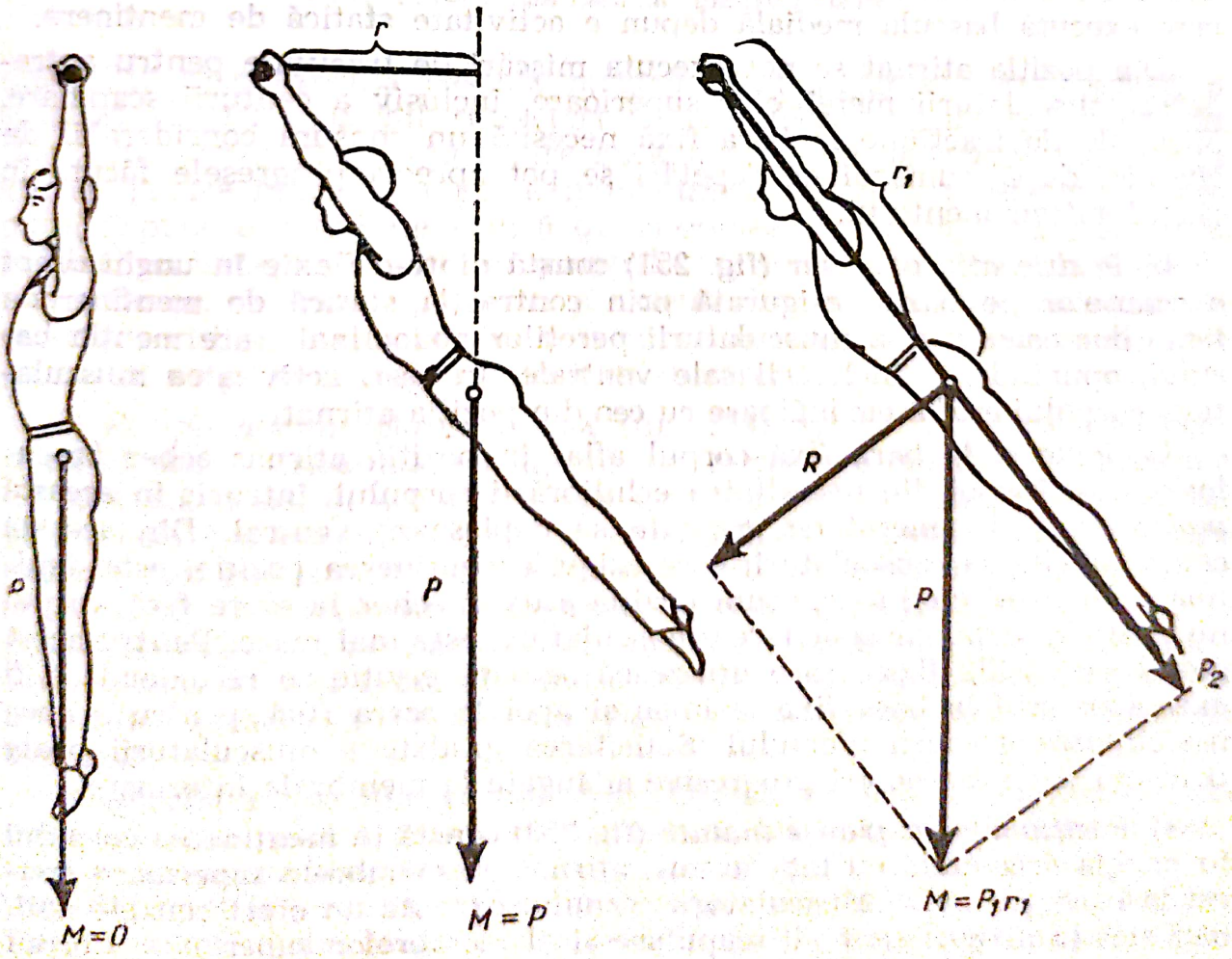


Fig. 252. Acțiunea forțelor în poziția „atîrnat la bară"

și persoanelor cu musculatură puțin dezvoltată la membrele superioare (copii și femei).

Poziția atîrnat activ se caracterizează printr-un efort static puternic al musculaturii centurii scapulare, care prezintă claviculele aproape orizontale, scapula în basculă medială, iar capul nu este coborît între umeri; toracele bombează înainte, iar curbura lombară se accentuează. Această poziție o realizează numai sportivii avansați, care posedă o dezvoltare corespunzătoare a musculaturii membrelor superioare și în special a centurii scapulare.

La ridicarea corpului în poziția atîrnat, consumul de energie crește, cu cît distanța dintre punctele de prindere a membrelor superioare de suportul fix este mai mare (fig. 251). Acest lucru se explică prin faptul că forța musculară se descompune într-o componentă verticală și una orizontală: cu cît membrele superioare sînt mai apropiate între ele, rezultanta celor două forțe are o valoare mai mare, ceea ce înseamnă că forța musculaturii se întrebuințează aproape în întregime pentru ridicare și nu se pierde decît o parte minimă, care corespunde componentei orizontale.

Pentru asigurarea poziției atîrnat, lanțurile musculare ale corpului depun o activitate statică care este mai intensă în apropierea sprijinului și descrește către extremitatea opusă a corpului. Majoritatea grupelor musculare antagoniste depun o activitate de consolidare, opunîndu-se distensiei articulațiilor. Mușchii flexori ai degetelor, precum și mușchii care execută bascula medială depun o activitate statică de menținere.

Din poziția atîrnat se pot executa mișcări de tracțiune pentru antrenarea musculaturii membrelor superioare, inclusiv a centurii scapulare. Mișcările de tracțiune la bara fixă necesită un consum considerabil de energie; după numărul de repetări se pot aprecia progresele făcute în cursul antrenamentului.

b) *Poziția atîrnat echer* (fig. 251) constă dintr-o flexie în unghi drept a coapselor pe bazin, asigurată prin contracția statică de menținere a flexorilor coapsei și a musculaturii pereților abdominali care mențin bazinul, opunîndu-se înclinării sale ventrale. În rest, activitatea musculaturii corpului este asemănătoare cu cea din poziția atîrnat.

La inele și la bara fixă corpul aflat în poziția atîrnat echer basculează ușor înapoi din necesitatea echilibrării corpului, întrucît în această poziție centrul general de greutate se deplasează ventral. Din această cauză solicitarea musculaturii care asigură menținerea poziției este diminuată. În cazul cînd se execută poziția atîrnat echer la scara fixă, corpul nu poate bascula, iar solicitarea musculaturii este mai mare. Pentru acest motiv exercițiile fizice care utilizează această poziție se recomandă a fi executate întîi la bara fixă și inele și apoi la scara fixă, pentru a avea posibilitatea gradării efortului. Solicitarea gradată a musculaturii poate fi făcută și cu îngreuieri progresive adăugate la membrele inferioare.

c) *Poziția atîrnat planșe înainte* (fig 253) constă în menținerea corpului în poziție orizontală cu fața în sus, atîrnat cu membrele superioare apucat la bară sau inele. Musculatura corpului execută un efort considerabil, mai ales la nivelul centurii scapulare și al membrelor superioare. Corpul este menținut în poziție orizontală prin contracția statică puternică a

Scanned with OKEN Scanner

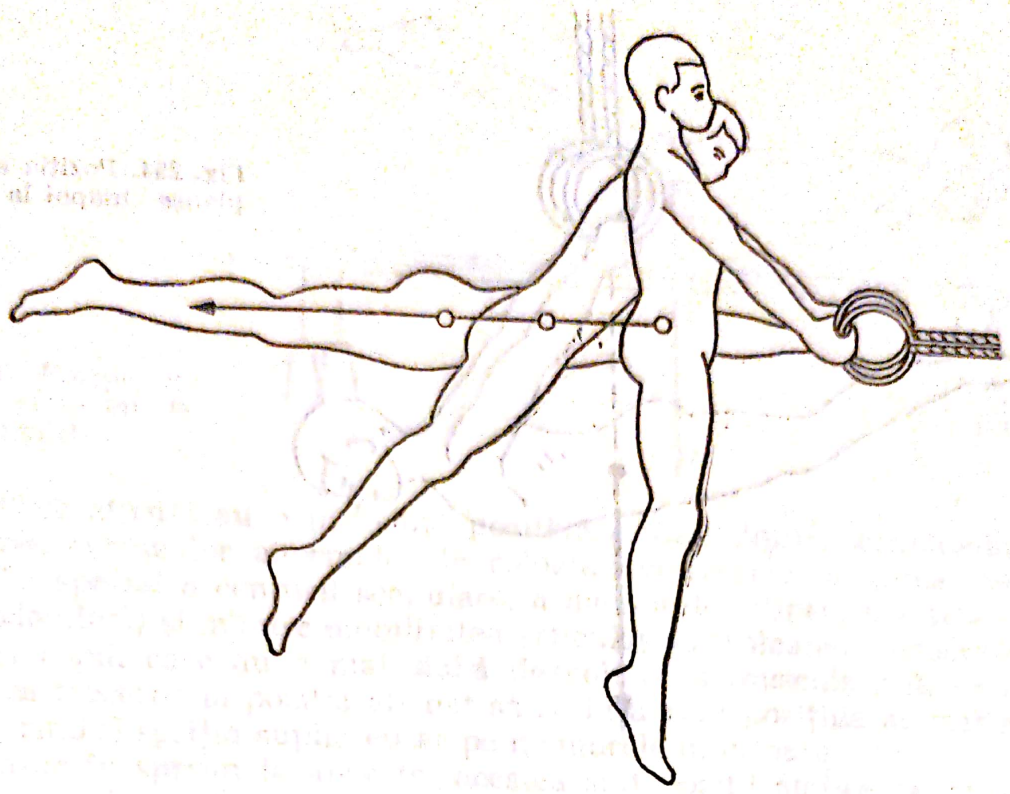


Fig. 253. Poziţia „atîrnat planşe înainte"

muşchilor care execută bascula medială şi deplasarea dorso-medială a scapulei şi prin muşchii retractori în articulaţia scapulo-humerală. În cazul cînd aceste grupe musculare nu sînt suficient de dezvoltate, poziţia atîrnat planşe înainte nu poate fi menţinută. În rest, musculatura corpului depune o activitate statică de asemenea puternică, însă mai puţin intensă, cu excepţia muşchilor şanţurilor vertebrale, a peretelui abdominal, a flexorilor coapsei pe bazin şi extensorilor genunchilor, care menţin direcţia rectilinie a trunchiului şi membrelor inferioare. Executarea acestei poziţii nu poate fi realizată decît de sportivi avansaţi.

d) *Poziţia atîrnat planşe înapoi* (fig. 254) constă în menţinerea corpului în poziţie orizontală cu faţa în jos, atîrnat cu membrele superioare de bară sau inele. Şi această poziţie necesită un efort static considerabil al musculaturii corpului. Ea este asigurată de grupele musculare care execută bascula laterală şi deplasarea ventro-laterală a scapulei şi de anteductorii din articulaţia scapulo-humerală. Direcţia rectilinie a corpului este asigurată prin activitatea statică de menţinere a muşchilor şanţurilor vertebrale şi a lanţului muscular de triplă extensie a membrelor inferioare. Şi această poziţie nu poate fi executată decît de sportivii avansaţi.

Respiraţia în paziţia atîrnat este dificilă, toracele fiind blocat prin contracţia puternică a musculaturii centurii scapulare; de asemenea, contracţia muşchilor abdominali frînează şi mai mult respiraţia. Ea este cu atît mai mult îngreuiată, cu cît masa membrelor inferioare şi a abdomenului este mai mare. Mişcările respiratorii sînt aproape suprimate în poziţiile atîrnat planşe înainte sau înapoi.

Scanned with OKEN Scanner

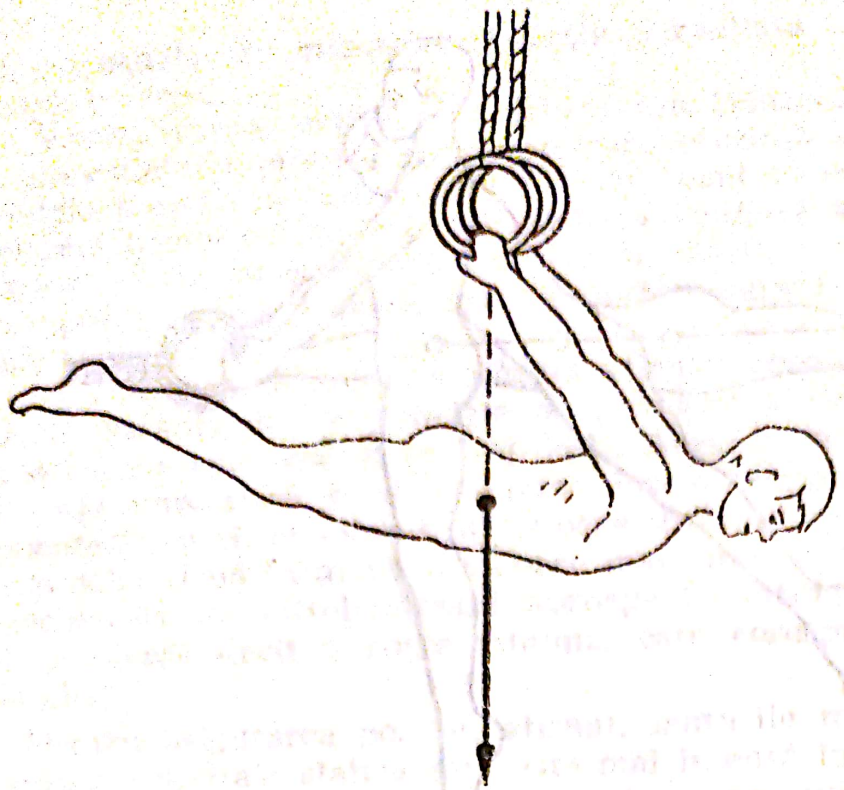


Fig. 254. Poziția atîrnat planșe înapoi la inele

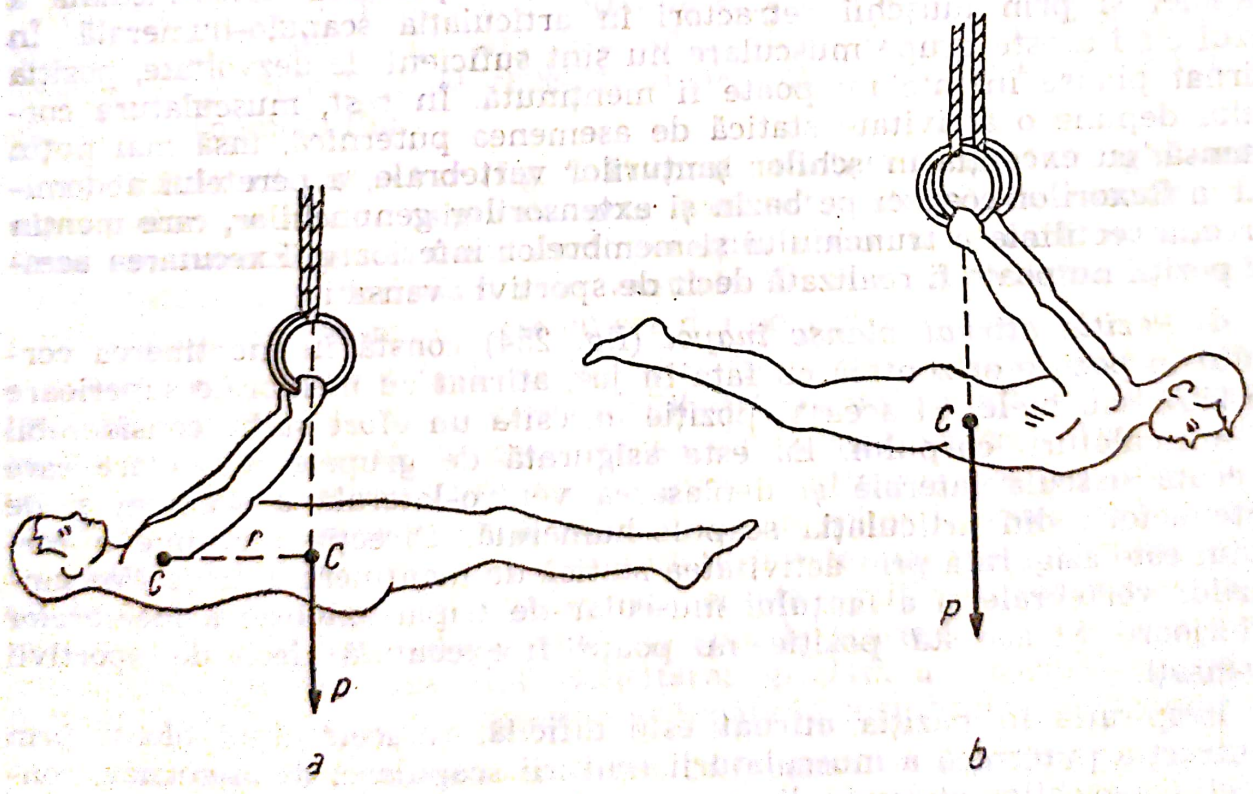


Fig. 255.

a) — Poziția „atîrnat orizontală anterioară"; b) Poziția „atîrnat orizontală posterioară"

p — forța gravitațională; *c* — axa articulației umărului; *r* — brațul forței de greutate; C.GG — centrul de greutate al corpului.

Scanned with OKEN Scanner

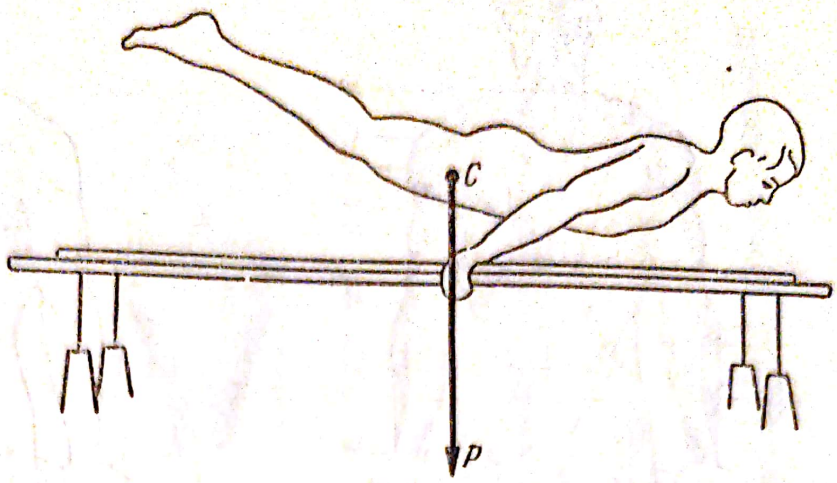


Fig. 256. Poziția în sprijin orizontal la paralele

Pozițiile atîrnat au o influență pozitivă asupra ținutei, contribuind la corectarea curburilor anormale ale coloanei vertebrale, fortifică musculatura (în special a centurii scapulare, a membrelor superioare și a peretelui abdominal) și măresc mobilitatea articulațiilor coloanei vertebrale. La femei și copii, care au o mai slabă dezvoltare a musculaturii, se recomandă ca trecerea la poziția atîrnat să se facă prin pozițiile atîrnat mixt, care cuprind și sprijin suplimentar pe membrele inferioare.

Pozițiile în sprijin la aparate: acestea sînt poziții statice de tip mixt, deoarece la ele întîlnim elemente de sprijin și de atîrnare. Sprijinul se execută la bara fixă, paralele sau inele (fig. 254, 255).

a) *Poziția în sprijin la paralele* (fig. 256, 257), se caracterizează prin faptul că între segmentele corpului există relații de echilibru diferite. Astfel, dacă considerăm sprijinul la nivelul mîinilor care apucă barele paralele, corpul se află în echilibru nestabil, întrucît centrul general de greutate este situat deasupra. În același timp, corpul este un al doilea sprijin la nivelul articulațiilor scapulo-humerale. Față de acest sprijin corpul se află în echilibru stabil, fiind atîrnat între cele două membre superioare fixate pe barele paralelelor (fig. 258).

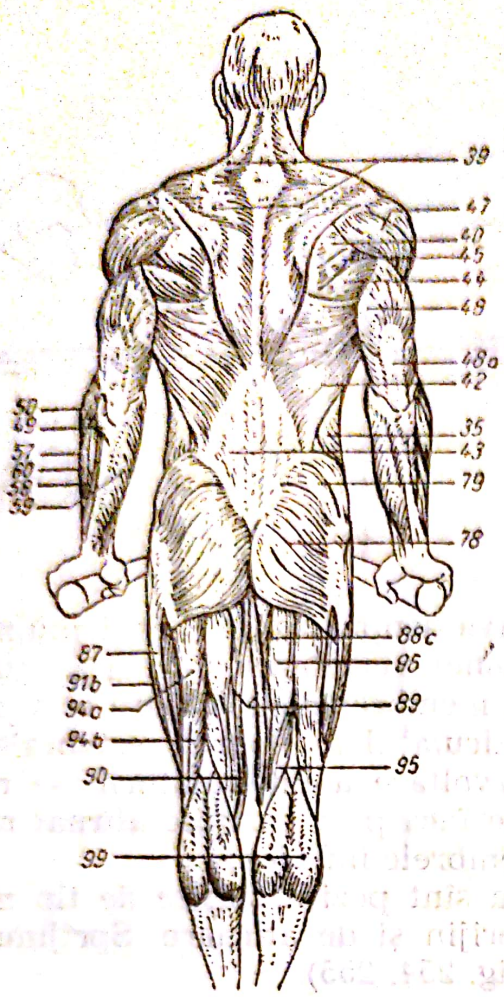
Efortul muscular static care se depune pentru asigurarea acestor poziții este mai intens — ca în toate pozițiile atîrnat — la nivelul centurii scapulare și al membrelor superioare.

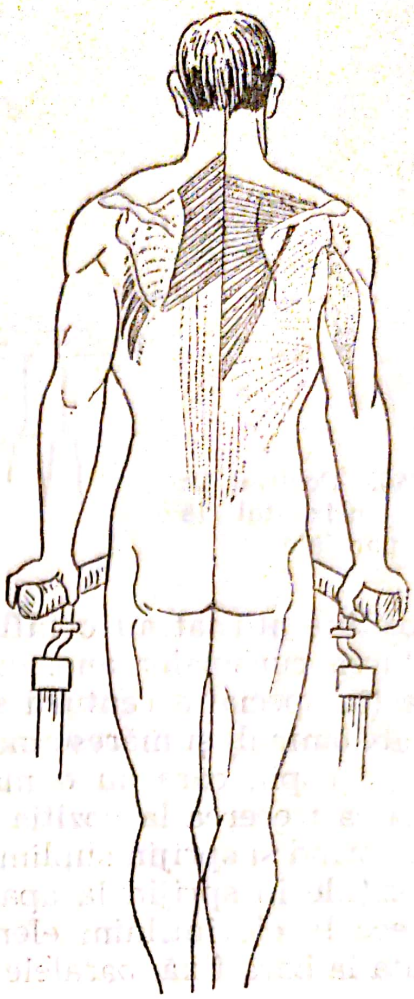
b) *În poziția în sprijin la inele* (fig. 259, 260), întrucît corpul în întregime oscilează împreună cu inelele, predomină elementele poziției atîrnat, spre deosebire de pozițiile în sprijin la aparatele fixe (paralele), unde predomină elementele de sprijin.

Efortul muscular static în poziția în sprijin la inele este mai intens decît în cea de sprijin la paralele, datorită faptului că sprijinul mobil cere un consum mai mare de energie pentru păstrarea echilibrului corpului și fixarea articulațiilor.

c) *Poziția în sprijin echer la paralele* (fig. 261), în care membrele superioare reprezintă sprijinul vertical fix, iar cele inferioare, în extensie la genunchi, sînt flexate pe bazin. Corpul se află în echilibru stabil, iar activitatea statică a musculaturii este mai intensă la membrele superioare, centura scapulară, mușchii peretelui abdominal (care impiedică bazinul să se încline ventral) și flexorii coapsei pe bazin.

Scanned with OKEN Scanner





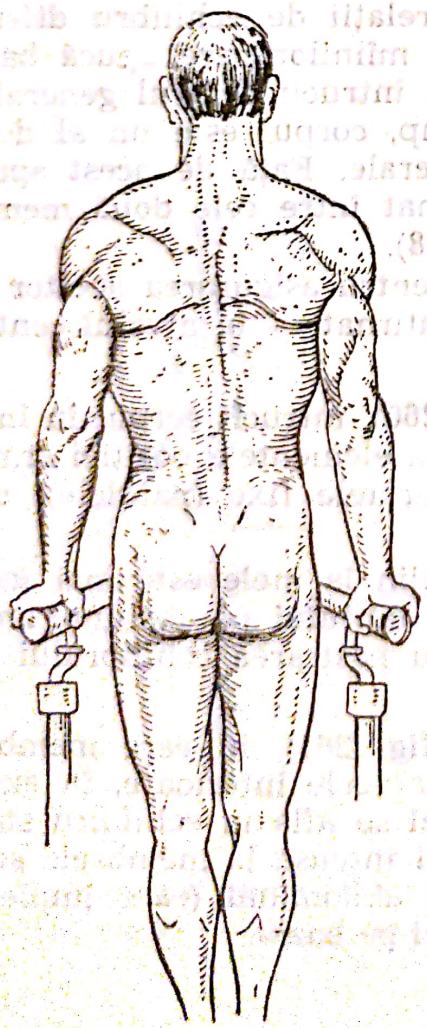


Fig. 257. Lanțurile cinematice și dispoziția musculaturii în poziția de sprijin la paralele.

(după K. Tittel)

50 — M. biceps brahial (biceps brahi); *49* — M. aneconeu (aneconeus); *57* — M. al doilea radial extern; *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum comunis); *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *87* — Fascia lata; *91 b)* — M. vast lateral — vortus lateralis; *94 a)* — M. biceps femoral biceps femoris); *94 b)* *90* — M. crotor (sartorius); *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoidens); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. Rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *48 a)* *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *89* — M. drept intern (gracillis); *95* — M. semimembranos (semimembranosus)

Scanned with OKEN Scanner

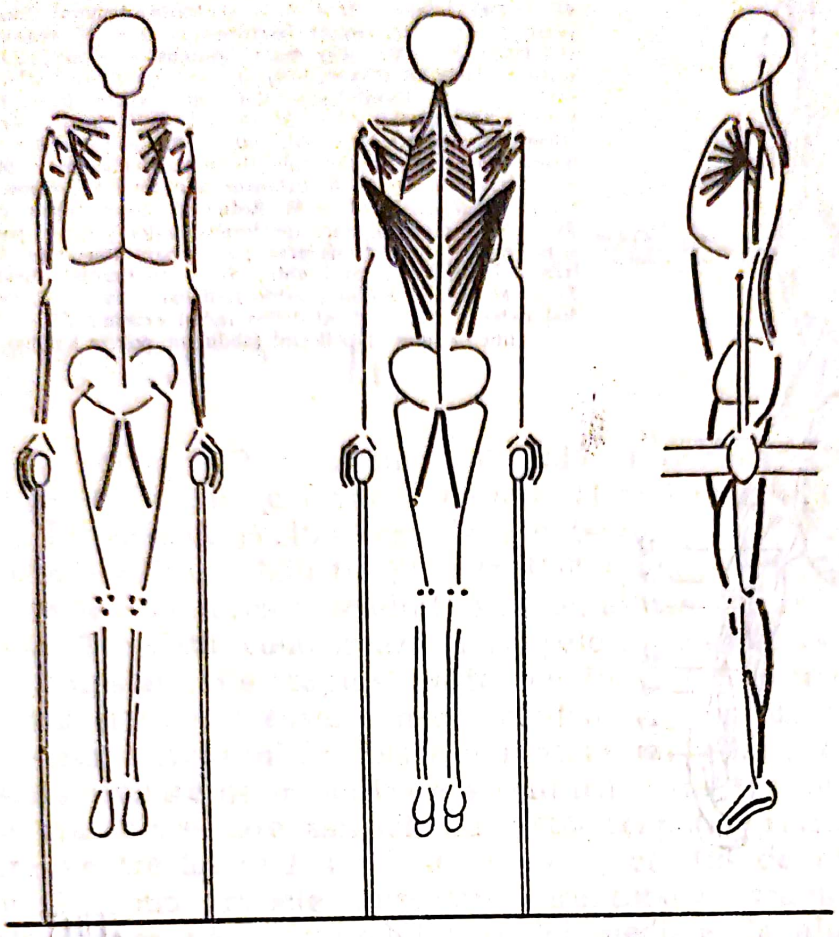


Fig. 258. Poziția „în sprijin" la paralele și lanțurile musculare care o asigură

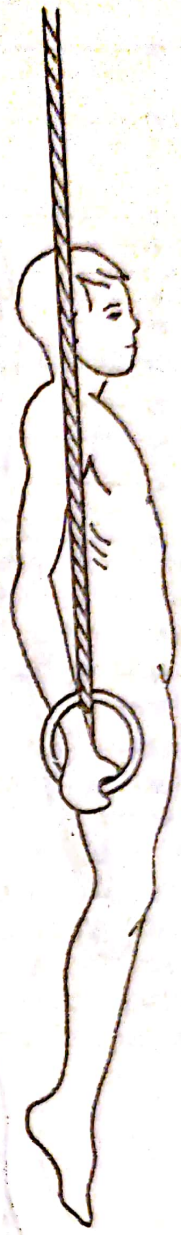


Fig. 259. Poziția „în sprijin" la inele

d) *Poziția cumpănă liberă la paralele* (fig. 261) sau sprijin orizontal se realizează printr-un efort static considerabil al musculaturii, care menține corpul în poziție orizontală. Cea mai intensă activitate o depun mușchii care execută bascula și deplasarea ventro-laterală a centurii scapulare, mușchii anteductori și adductori ai brațului, care nu lasă corpul să cadă. Membrele superioare sînt blocate în flexie ușoară la nivelul cotului și formează împreună cu trunchiul și cele două bare paralele un lanț cinematic închis.

e) *Poziția în sprijin orizontal la inele* (fig. 260) este una din cele mai dificile, cerînd membrelor superioare și centurii scapulare un efort static considerabil pentru menținerea întregii greutăți a corpului, în condițiile unui sprijin mobil (inele). Membrele superioare, extinse în abducție la 90°, trebuie să asigure poziția învingînd greutatea corpului, care are ten-

Scanned with OKEN Scanner

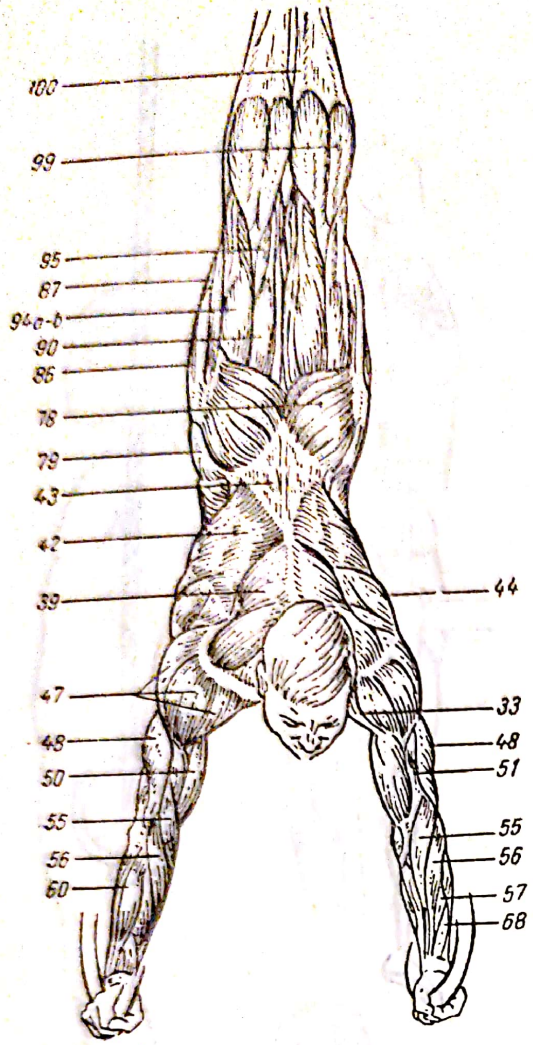
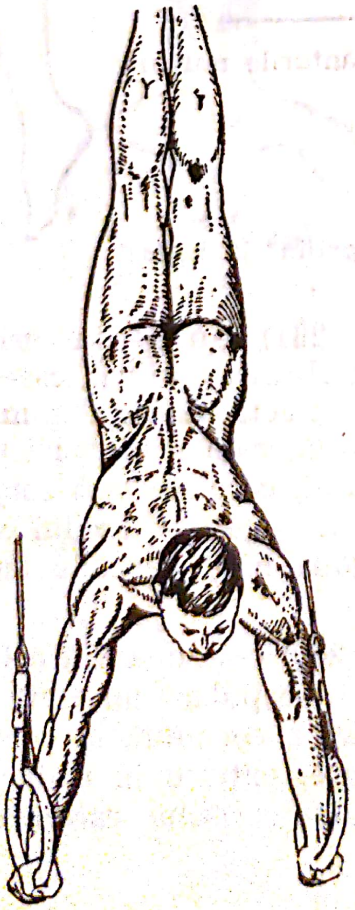
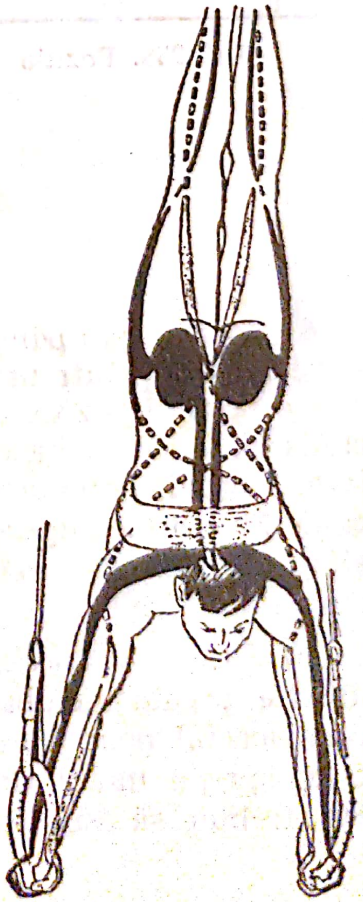


Fig. 260. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice poziția în sprijin la inele.
(după K. Tittel)

100 — M. solear (m. triceps sure); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *87* — Fascia lata; *94 a—b* — M. biceps femoral (biceps femoris); *90* — M. croitor (sartorius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *9* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum communis); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens. *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *57* — M. al doilea radial extern; *68* — M. abductor lung al policelui (abductor policis longus).





Scanned with OKEN Scanner

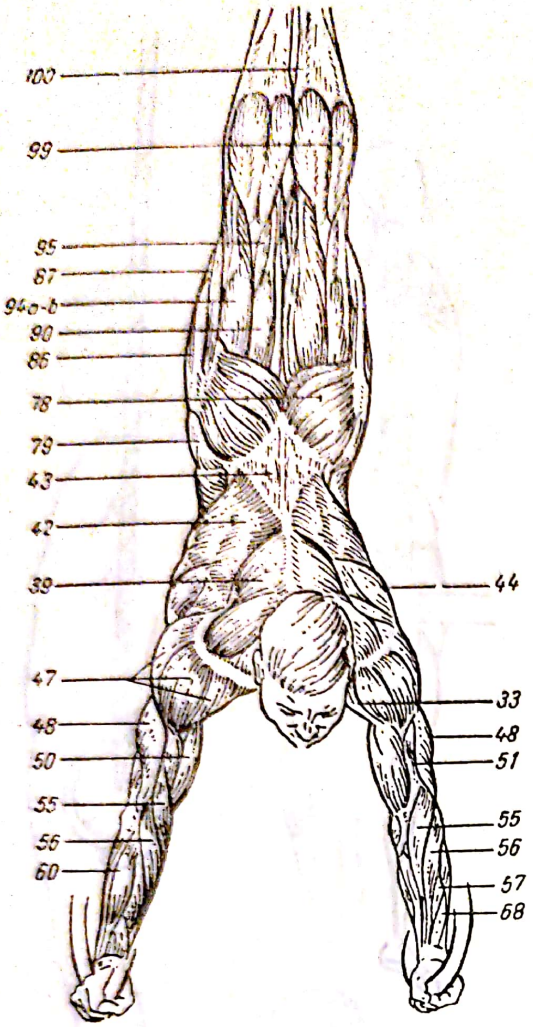
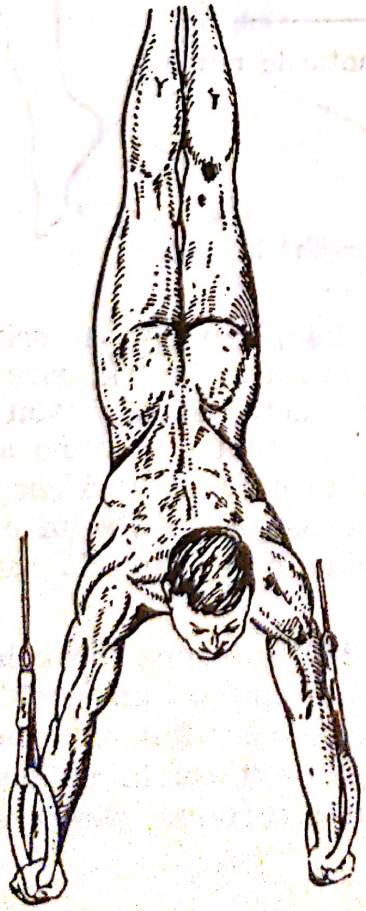
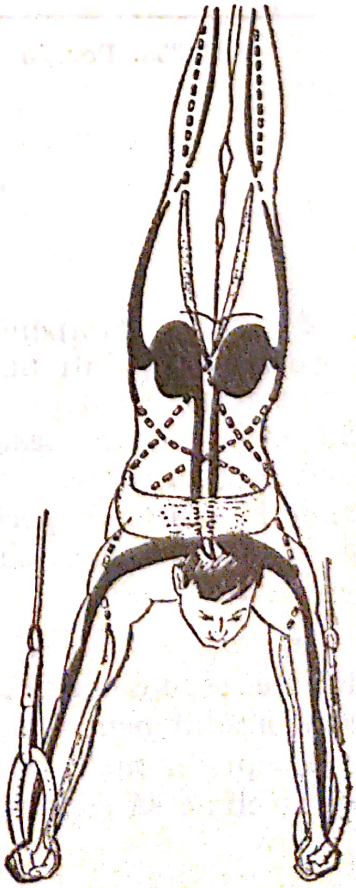


Fig. 260. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice poziția în sprijin la inele.
(după K. Tittel)

100 — M. solear (m. triceps sure); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *87* — Fascia lata; *94 a—b* — M. biceps femoral (biceps femoris); *90* — M. croitor (sartorius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *9* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum communis); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens. *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *57* — M. al doilea radial extern; *68* — M. abductor lung al policelui (abductor policis longus).





Scanned with OKEN Scanner

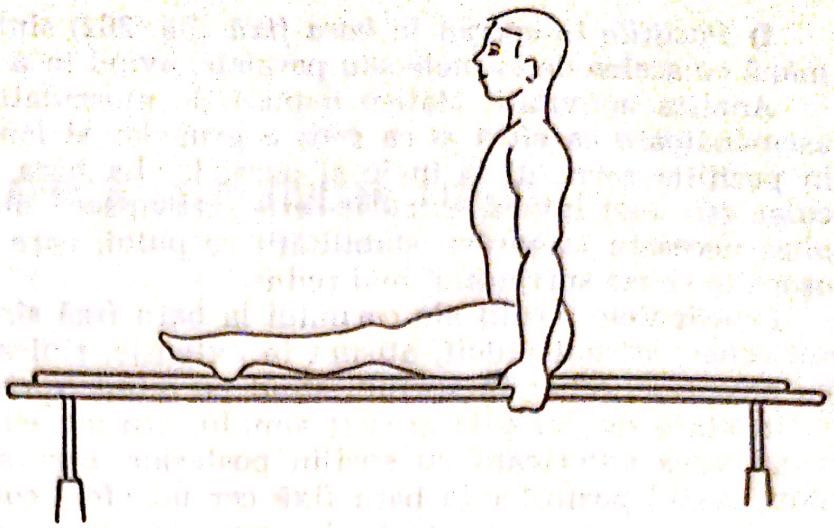


Fig. 261 Poziția în sprijin echer la paralele

dința să coboare. Musculatura ventrală și dorsală, care leagă centura scapulară și brațul de trunchi, depun cel mai mare efort static de menținere. În această poziție scapula are tendința să basculeze lateral, iar brațul să continue abducția pînă la 180° (pînă la poziția verticală). Mușchii care se opun acestei tendințe sînt cei ai basculei mediale și adductorii brațului. Totodată, colaborează și grupele musculare care execută mișcările de translație ale scapulei pe torace, în sensul că imobilizează centura scapulară și prin aceasta umerii, pentru a constitui un sprijin cît mai fix, necesar efortului de fixare a brațelor în poziția orizontală. Deși la această activitate de imobilizare a centurii scapulare iau parte cele patru grupe musculare care asigură translația scapulei (ridicare, coborire, deplasare ventro-laterală și dorso-medială), efortul de menținere cel mai intens îl depun grupele musculare care coboară scapula (se opun, prin aceasta, împreună cu mușchii basculei mediale, la alunecarea în jos a corpului).

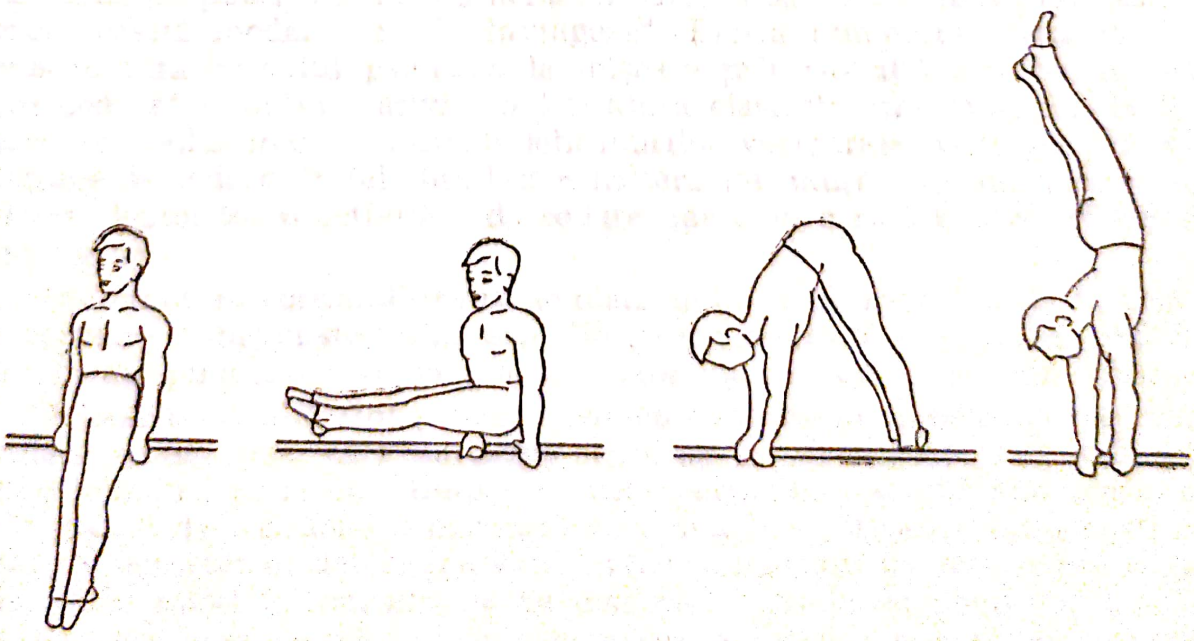


Fig. 262 Poziții „în sprijin" la bară

Scanned with OKEN Scanner

f) *Poziţiile în sprijin la bara fixă* (fig. 262) sînt numeroase şi se aseamănă cu acelea de la inele sau paralele, avînd însă şi unele particularităţi.

Analiza activităţii statice depuse de musculatură arată o participare asemănătoare ca efort şi ca sens a grupelor şi lanţurilor musculare celei în poziţiile corpului la inele şi paralele. La bara fixă însă efortul muscular este mai intens, întrucît cere participarea unor grupe musculare în plus, necesare asigurării stabilităţii corpului, care se dezechilibrează mai uşor din cauza sprijinului mai redus.

Principalele poziţii ale corpului la bara fixă sînt: atîrnat simplu, atîrnat echer, atîrnat îndoit, atîrnat în extensie, ridicarea anterioară în sprijin posterior, echer în sprijin, stînd pe mîini, sprijin orizontal etc.

În afară de poziţiile atîrnat simplu, atîrnat echer, atîrnat în extensie şi ridicarea anterioară cu sprijin posterior, care sînt mai uşor de menţinut, restul poziţiilor la bara fixă cer un efort considerabil musculaturii corpului şi în special membrelor superioare, centurii scapulare şi peretelui abdominal.

DINAMICA EXERCIȚIILOR FIZICE

Acțiunile motrice ce caracterizează tehnica sportivă sînt destinate unor scopuri precise, care să ducă pînă la urmă la realizarea unor performanțe optime. Mișcările posibile ale omului sînt foarte numeroase, dar nu toate slujesc unui scop bine precizat.

Mișcările corpului omenesc și ale segmentelor sale se execută de către aparatul de susținere și mișcare, format din oase, articulații și mușchi. În funcție de particularitățile de formă ale articulațiilor, acestea permit mișcări în jurul unei axe, a două sau trei axe. Mușchii se fixează pe oase în numeroase feluri și folosesc piesele scheletice drept pîrghii care transmit acțiunea la distanță. Majoritatea mușchilor scheletici ai omului sînt astfel plasați, încît pîrghiile care sînt mobilizate realizează un cîștig de amplitudine și de viteză, pierzînd din forță („legea de aur a mecanicii").

Pentru a produce o acțiune, mușchii corpului trebuie să învingă prin forța contracției lor o anumită rezistență (greutatea corpului, a obiectului — haltera, sulița, greutatea etc.); se spune că în aceste cazuri mușchii dezvoltă o acțiune de „învingere" (mușchii activi din literatura clasică). Mișcările corpului sau ale segmentelor sale nu se produc însă întotdeauna prin această modalitate „de învingere". Există numeroase situații cînd musculatura corpului participă la mișcare printr-o altă acțiune, numită „de cedare" (mușchii pasivi din literatura clasică): spre exemplu, la flexarea corpului înainte mușchii jgheaburilor vertebrale participă printr-o acțiune de cedare; la fel cînd lăsăm haltera jos, mușchii membrelor superioare depun tot o activitate de cedare, iar cînd o ridică, o activitate de învingere.

Musculatura corpului nostru se dispune în jurul articulațiilor în grupe musculare antagoniste; cînd una din grupe dezvoltă o mișcare, cealaltă o frînează pînă la oprire, iar uneori poate chiar începe o mișcare opusă.

Mișcările omului sînt produse deci cu contribuția ambelor grupe musculare antagoniste, care participă simultan la efortul necesar mișcării, imprimîndu-i în același timp o suplețe particulară și atît mai mare, cu cît gradul de coordonare nervoasă este mai bun. Mușchii antagoniști au un rol deosebit în determinarea direcției și mărimii pe care o are viteza mișcării: astfel în articulațiile cu mai multe grade de libertate, grupele musculare antagoniste permit executarea mișcărilor numai pe direcțiile necesare.

Scanned with OKEN Scanner

Totodată trebuie arătat că omul execută numeroase mișcări parțiale cu segmentele sau trunchiul; în aceste cazuri unele articulații sînt fixe, creînd sprijin pentru pîrghiile osoase mobile. La nivelul articulațiilor fixe, musculatura corpului dezvoltă o activitate statică (de menținere, de consolidare sau de fixare), în timp ce restul grupelor care produc mișcarea dezvoltă o activitate dinamică (de învingere sau de cedare).

Activitatea statică sau dinamică a musculaturii corpului trebuie analizată în funcție de toți factorii externi sau interni care o solicită: forța gravității, reacția reazemului, forțele de inerție, de repaus sau mișcare, forța de contracție a altor grupe musculare etc. Contracția musculară depinde de asemenea de gradul de excitare a zonei motorii din scoarța cerebrală, care emite impulsuri de contracție în funcție de solicitările sosite pe diferitele căi aferente de la intero-, proprio- sau exteroceptori. Impulsurile pe care le emite scoarța cerebrală sînt răspunsuri la excitațiile centripete care vin de la nenumăratele celule senzoriale răspîndite în corpul nostru (văzul, auzul, mirosul, simțul muscular, echilibrul). Aceste aparate senzoriale transmit scoarței cerebrale informații asupra poziției corpului în spațiu, felului cum se desfășoară mișcările și accelerațiile respective, semnalizează care sînt forțele ce acționează asupra corpului, starea de contracție sau de relaxare a mușchilor, tonusul muscular, și permit scoarței să comande impulsurile motorii corespunzătoare. În felul acesta se poate face o coordonare corespunzătoare a activității mușchilor corpului; cele cîteva sute de mușchi grupați în jurul articulațiilor trebuie să intre în contracție, să se relaxeze, să dezvolte o forță determinată cu o mare precizie atît în ceea ce privește viteza, cît și forța și precizia. Trebuie subliniat totodată că mișcarea, oricît ar fi ea de simplă, nu este un reflex unic, simplu, ci reprezintă îmbinarea a milioane de reflexe. Existența unei semnalizări, chiar în timpul mișcării permite efectuarea unei coordonări și dirijări permanente a mișcărilor în timpul executării lor.

Această coordonare a mișcărilor nu apare dintr-o dată; ea este consecința unui lung șir de exerciții repetate, care determină formarea în scoarță a unor legături temporare, a căror stabilitate crește în funcție de numărul repetărilor și care alcătuiesc ceea ce I. P. Pavlov a numit stereotip dinamic. Tot ceea ce învățăm în cursul vieții, să înțelegem, să cunoaștem, se bazează pe formarea de legături noi — temporare sau definitive — în scoarța cerebrală, se bazează pe reflexele condiționate.

Mișcările corpului omenesc sînt îndeplinite de numeroși mușchi alcătuind un ansamblu armonios de lanțuri musculare, care se constituie sub influența și sub controlul strict al scoarței cerebrale. În timpul executării mișcărilor, lanțurile musculare îndeplinesc diverse funcții motrice statice (de menținere, de consolidare sau de fixare) sau dinamice (de învingere sau de cedare), care se întrepătrund, alternează unele cu altele și imprimă corpului în ultimă instanță mișcarea voită.

Mișcările corpului sau ale segmentelor sale au caracteristici spațiale, adică de direcție a mișcării (rectilinie sau curbilinie), precum și de lungime a traiectoriei parcurse în timpul executării mișcării. De asemenea, mișcările corpului și segmentelor sale se produc într-un timp mai lung sau mai scurt, sînt continue sau întrerupte, au un oarecare ritm de succesiune. Raportul dintre caracteristicile spațiale și de timp ne dă viteza mișcării, și anume, viteza propriu-zisă și accelerația (iuțeala cu care se

Scanned with OKEN Scanner

modifică viteza). Toate aceste caracteristici ale mișcării la un loc constituie particularitățile cinematice ale mișcărilor, ele arată unde, în ce direcție și cum se mișcă omul sau segmentele corpului său.

Toate mișcările articulate ale omului sînt mișcări de rotație care se produc în jurul axelor articulațiilor, iar traiectoriile descrise de segmentele corpului sînt linii curbe, foarte apropiate de arcuri de cerc (nu sînt arcuri de cerc perfecte, întrucît nici forma capetelor osoase nu este perfect curbă). De asemenea, viteza de execuție a mișcărilor nu este egală pe întreg parcursul ei; astfel, spre sfîrșitul mișcării, se poate produce fie o accelerare, fie o încetinire a vitezei. Viteza mișcării mai este influențată și de modificarea unghiului sub care mușchiul trage de os. Deci în mișcările omului există întotdeauna accelerări pozitive sau negative.

Forțele care acționează asupra corpului omului se împart în forțe motrice, care măresc viteza mișcării și realizează o accelerație pozitivă, forțe de frînare, care micșorează viteza mișcării și imprimă o accelerație negativă și forțe neutre, care nu influențează viteza, ci pot să modifice numai direcția mișcării. Forțele neutre sînt aplicate perpendicular pe direcția mișcării, cele motrice în același sens cu mișcarea, iar cele de frînare în sens contrar.

Conform celui de al treilea principiu al lui Newton, pentru orice acțiune există și contraacțiune egală și de sens contrar. Corpurile care se mișcă cu accelerare opun și o rezistență numită forță de inerție. Astfel, avem exemple de forțe de inerție ale trunchiului, care acționează asupra piciorului de impulsie la mers, alergare, sărituri etc., sau forța de inerție a greutății, aplicată pe mîna care execută impulsia în timpul aruncării etc. Forțele de inerție apar ca răspuns la acțiunea unei forțe care produce o accelerare. Întrucît în mișcările omului există întotdeauna accelerări, apar mereu și forțe de inerție; mărimea forțelor de inerție depinde de masa corpului și de accelerație.

Forța de inerție se transmite segmentelor care execută mișcările sub forme și intensități variate, în interacțiunea cu celelalte forțe ce acționează asupra corpului omenesc, completînd astfel tabloul complex al dinamicii mișcărilor.

Mișcările complexe ale corpului și segmentelor sale se pot împărți — pentru studiu — în componente mai simple, în elemente ale mișcărior, numite faze. Fazele se deosebesc între ele prin anumite caracteristici de direcție, prin durată și prin forțele care acționează. În cadrul fazelor se disting anumite elemente ale mișcărilor, cum sînt, spre exemplu, mișcările picioarelor, ale gambei, coapsei, brațelor, trunchiului. Toate fazele mișcării și elementele sale sînt indisolubil legate între ele și nu se separă decît pentru studiu.

Astfel, la mers, în analiza pasului dublu, distingem patru faze și două momente: faza de amortizare, momentul verticalei, faza de impulsie, pasul posterior, momentul verticalei și pasul anterior (vezi „Mersul").

Legătura mecanică dintre fazele și momentele unei mișcări complexe condiționează modul de transmitere a forțelor, variațiile vitezei, valoarea și direcția accelerației. Dacă se modifică o singură caracteristică (de exemplu, unghiul de impulsie), toate celelalte suferă schimbări (viteza inițială, înălțimea zborului, lungimea traiectoriei etc.).

Scanned with OKEN Scanner

Legăturile anatomice dintre elementele componente ale aparatului locomotor — oase, articulații, mușchi — condiționează la rîndul lor mișcările, unele în mod pasiv (oase, articulații, ligamente), altele în mod activ (mușchii).

Legăturile fiziologice, marile funcții organice și în primul rînd sistemul nervos asigură unirea tuturor elementelor mișcării într-un ansamblu unitar, armonios și indisolubil.

Antrenamentul fizic dezvoltă, amplifică și perfecționează capacitatea motrică a întregului organism, prin efectele pe care le determină asupra structurii elementelor componente ale aparatului de susținere și mișcare ale acestuia. În urma unui antrenament științific, forma mișcărilor se înfăptuiește în așa fel, încît creează cele mai bune condiții pentru folosirea cît mai eficace a forțelor. Astfel, un maestru al sportului folosește în mod judicios atît forța mușchilor, cît și celelalte forțe care acționează asupra corpului său, cum sînt: gravitatea, inerția, elasticitatea etc. În același timp, el, ca posesor al unei tehnici înalte, micșorează la maximum acțiunea forțelor de frînare care există, după cum știm, în fiecare mișcare și care constituie la începători una din principalele surse ale greșelilor în tehnica mișcărilor specifice.

Este cunoscut faptul că mișcarea corpului sau a segmentelor sale reprezintă rezultatul acțiunii grupelor musculare antagoniste. Contracția mușchilor antagoniști, adică acei care sînt dispuși în partea opusă sensului mișcării, reglează viteza de mișcare și o frînează cînd este cazul. La începători nu există o bună coordonare a activității grupelor musculare antagoniste.

În numeroase mișcări sportive, o mare parte a traiectoriei se execută „din inerție", adică fără forță motrică: mișcarea este începută de contracția musculară, apoi ea continuă fără participarea acesteia, realizîndu-se contracția „balistică" a mușchilor. Acest gen de contracție musculară este cu atît mai economică cu cît mișcarea este frînată mai puțin de activitatea grupelor musculare antagoniste. Avem numeroase exemple de contracții musculare balistice: impulsia în alergare și în sărituri, mișcările segmentelor membrului inferior în faza pasului anterior la mers, alergare și altele.

La începători nu există o relaxare corespunzătoare a mușchilor antagoniști, ceea ce are drept rezultat o frînare accentuată a mișcării, opriri sau întîrzieri în execuția mișcărilor.

Executarea ușoară, economică a mișcărilor, expresia unei înalte tehnici sportive, este condiționată de crearea și consolidarea stereotipului dinamic în scoarța cerebrală și în centrii subcorticali.

Mușchii se dispun și acționează asupra articulațiilor în mod diferit. Unii trec peste două sau mai multe articulații și pot participa în mod variat la acțiune, determinînd o formă diferită mișcării. Dar prin însumarea travaliilor diferite la nivelul articulațiilor, rezultatul general al activității musculare poate fi asemănător. De aceea standardul general al mișcărilor complexe nu trebuie să fie riguros, ci să se individualizeze tehnica sportivă în conformitate cu constituția individului.

Asupra corpului omenesc acționează atît forțe exterioare, cît și forțe interioare. Forțele exterioare exprimă interacțiunea corpului cu mediul exterior; ele se aplică corpului omenesc și în același timp altor corpuri

Scanned with OKEN Scanner

dinafară. Forţele interioare se găsesc în interiorul corpului şi exprimă interacţiunea între diferitele părţi ale sale; ele se aplică numai în interiorul corpului. Forţele exterioare pot produce mişcarea corpului în întregime, pe cînd cele interioare nu pot determina decît mişcările segmentelor corpului.

Această împărţire în forţe exteriore şi interioare este numai relativă, întrucît aceeaşi forţă poate fi interioară sau exterioară, după mişcarea pe care o determină în ceea ce priveşte corpul. Astfel, forţa muşchilor dorsali ai gambei (flexorii plantari) este pentru corpul în întregime forţă interioară, pe cînd faţă de oasele gambei se comportă ca forţă exterioară.

Forţele exterioare care acţionează asupra corpului omenesc sînt:

a) *Forţa de gravitaţie*, care imprimă greutatea corpului, constă în forţa cu care corpul omenesc este atras de pămînt. Forţa de gravitaţie este constantă într-un anumit loc al globului pămîntesc, însă variază de la un loc la altul; ea este mai mică la suprafaţă şi creşte cu cît ne apropiem de centrul pămîntului; de asemenea, o dată cu ridicarea în sus forţa de gravitaţie se micşorează. Pămîntul nefiind o sferă perfectă, ci mai turtit la poli, raza polară are 6 357 km, iar cea ecuatorială 6 378 km; forţa de atracţie la ecuator este mai mică decît la poli, ea fiind invers proporţională cu pătratul distanţei; din această cauză greutatea unui corp scade de la poli la ecuator.

Pe o suprafaţă înclinată forţa de greutate (F) poate fi descompusă în două componente, normală (N), perpendiculară pe pantă, constituind forţa de presiune şi tangenţială (S), paralelă cu panta, care este forţa de alunecare (fig. 263).

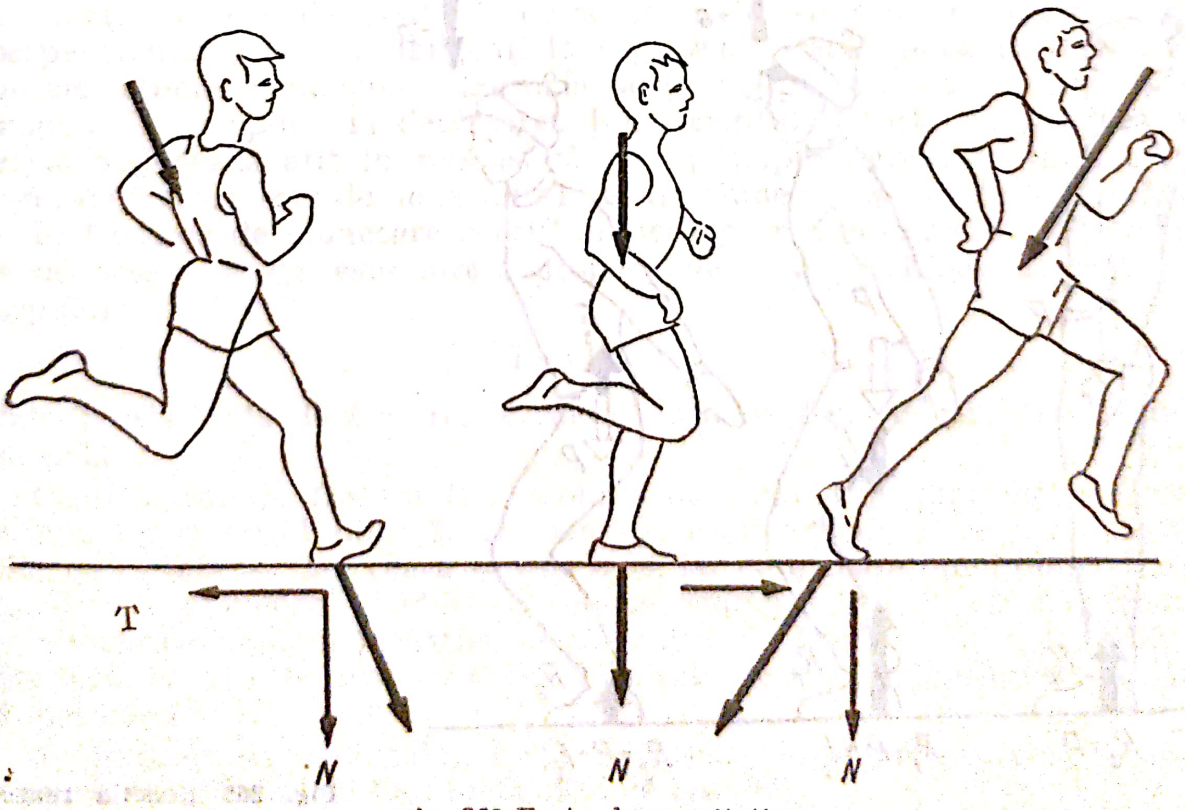


Fig. 263 Forţa de gravitaţie:
N — componenta normală; T — componenta tangenţială.

Scanned with OKEN Scanner

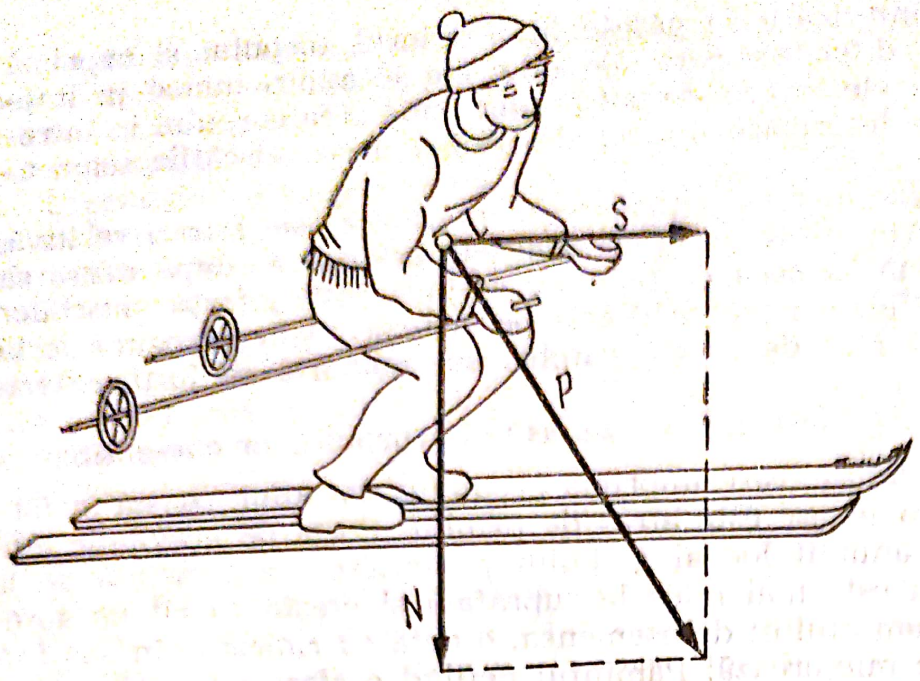


Fig. 264 Acțiunea forței gravitației
P pe un plan înclinat; Forțele normală (*N*) și tangențială (*S*) sînt componentele forței de gravitație.

Cînd poziția corpului în spațiu se modifică (fig. 264), momentul de rotație (momentul forței de greutate) se modifică și el. Acesta atinge maximum cînd corpul este orizontal și zero cînd linia greutății (direcția pe care acționează forța de greutate) trece prin sprijinul corpului.

b) *Forța de reacție* a sprijinului (reazemului) este egală și îndreptată în sens opus forței de gravitație (fig. 265).

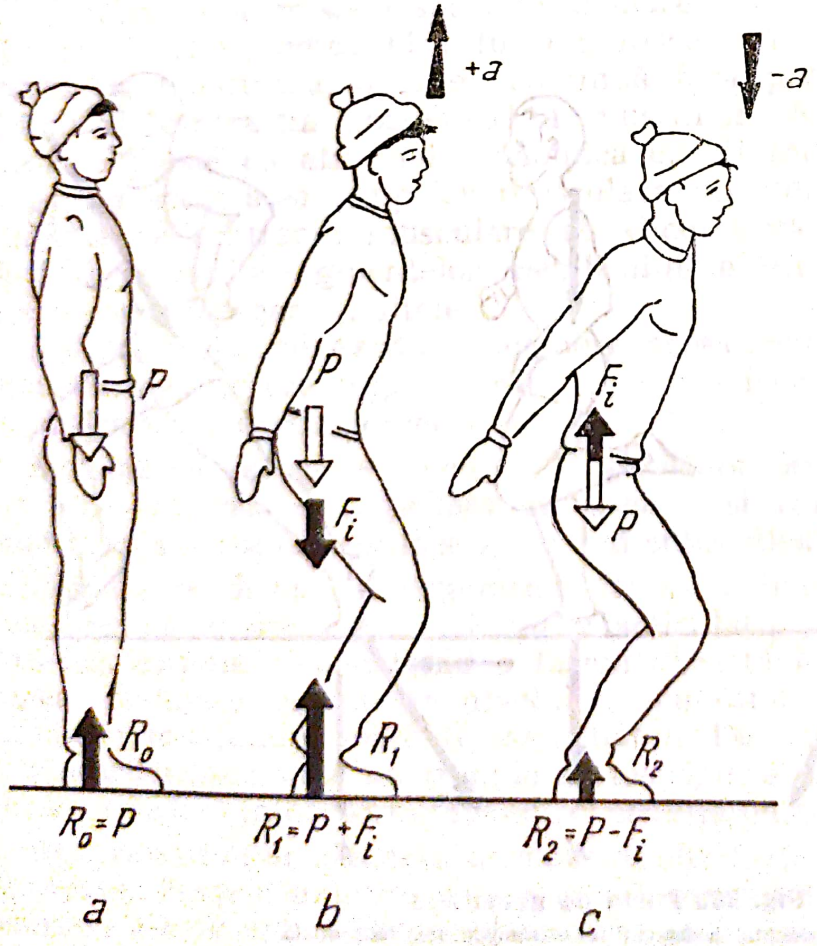


Fig. 265 Reacția reazemului
a) — statică; *b, c)* — dinamică

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

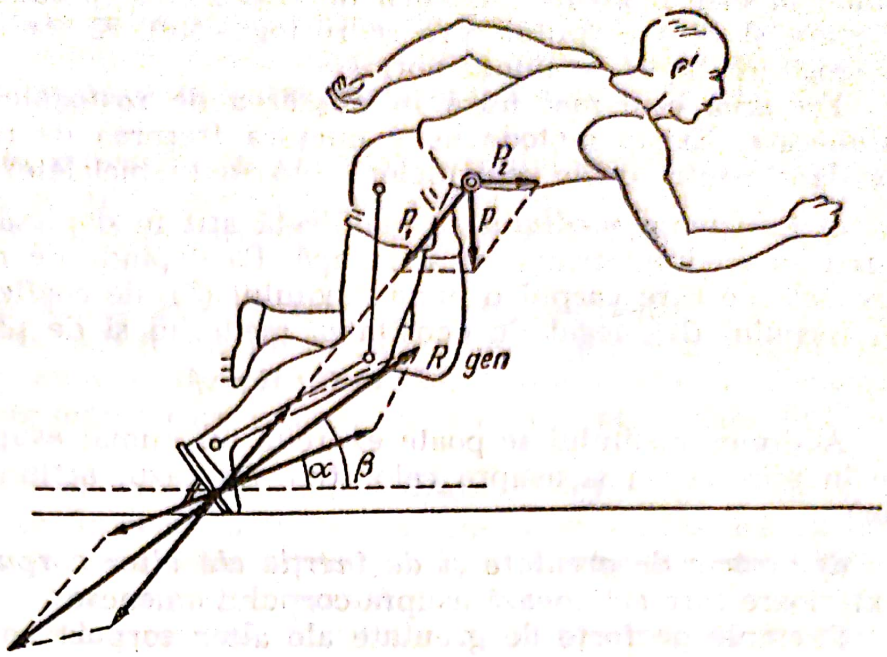


Fig. 266 Reacţia reazemului în cazul cînd presiunea nu este perpendiculară pe sol.

Reazemul poate avea o rotaţie statică sau dinamică. Astfel, un corp imobil apasă vertical pe reazem, iar reacţia statică a reazemului este egală cu greutatea corpului (greutate statică). Cînd un corp prezintă o acceleraţie, atunci la greutatea sa se adaugă forţa de inerţie, constituind reacţia dinamică a reazemului.

Dacă presiunea nu este îndreptată perpendicular pe reazem, forţa de reacţie a acestuia poate fi descompusă într-o componentă normală (perpendiculară) şi una tangenţială (fig. 266). Dacă suprafaţa este orizontală, atunci componenta normală susţine greutatea corpului, iar cea tangenţială se opune la deplasarea lui, constituind forţa de frecare. Aceasta acţionează atît în repaus, cît şi în timpul deplasării unui corp. Forţa de frecare este de două feluri: (a) de alunecare şi (b) de rostogolire.

În frecarea de alunecare corpul alunecă pe reazem fără a se desprinde de acesta. Forţa este direct proporţională cu presiunea normală a corpului:

$$T = K \cdot N$$

unde T este forţa de frecare, K coeficientul de frecare, iar N presiunea normală.

Coeficientul de frecare (K) depinde de caracterul suprafeţelor aflate în contact. Astfel, după D. D. Donskoi, coeficientul de frecare a schiurilor pe zăpadă — fără ceară — este 0,06, iar cu o ceară bună numai 0,02. Totodată, coeficientul frecării de repaus (static) este mai mare decît cel de alunecare (dinamic). Astfel, coeficientul de frecare static la schiuri este 0,16, iar la cele unse cu o ceară de calitate 0,50, asigurînd o aderenţă mai bună.

În frecarea de rostogolire, forţa de frecare se opune mişcării de rostogolire, constituind de fapt momentul de frecare:

$$M = K \cdot N$$

unde M este momentul frecării de rostogolire (produsul dintre forța de frecare și raza corpului care se rostogolește), K coeficientul frecării de rostogolire, iar N presiunea normală.

Frecarea este mai mică în mișcarea de rostogolire decît în cea de alunecare. Există metode de a micșora frecarea de rostogolire prin lubrifianți pentru osiile vehiculelor (auto, moto, biciclete).

c) *Rezistența mediului* se manifestă atît în deplasările corpului efectuate în mediul aerian, cît și în apă. Ea depinde de mărimea suprafeței frontale pe care corpul o pune mediului (S), de coeficientul aerodinamic al corpului (K), legat de densitatea mediului și de pătratul vitezei:

$$f = S \cdot K \cdot v^2$$

Acțiunea mediului se poate exercita nu numai asupra corpurilor aflate în mișcare, ci și asupra celor fixe (în cazul acțiunii vîntului, valurilor).

d) *Forțele de greutate și de inerție ale altor corpuri* sînt și ele forțe exterioare care acționează asupra corpului omenesc.

Exemple de forțe de greutate ale altor corpuri: greutatea halterei la împingere, partenerul într-un exercițiu de ansamblu, adversarul la lupte etc.

Exemple de forță de inerție ale altor corpuri: a schiului în mersul pe schi, a greutății la efortul de aruncare, a halterei la smulgere, a mingii de fotbal la oprire. Forțele de inerție acționează asupra omului sub formă de presiune cînd le micșorăm viteza și ca o rezistență cînd le mărim viteza sau modificăm direcția mișcării.

e) *Forța musculaturii corpului* omenesc se poate manifesta și ea în anumite condiții, ca forță exterioară, ca de exemplu la exercițiile acrobatice sau la lupte.

Forțele exterioare arătate mai sus, care acționează asupra corpului omenesc, se pot împărți în două categorii, și anume: (a) forțe pasive, cum sînt forța de reacție a reazemului și forța de frecare; (b) forțe active sau motrice, care singure pot produce mișcări ale corpului.

Toate forțele exterioare, fără excepție, pot fi forțe de frînare, fiind capabile să modifice direcția mișcării sau să micșoreze viteza pînă la oprire.

Forțele interioare ale corpului omenesc se împart în: (a) forța de rezistență pasivă a țesuturilor; (b) forța interioară de reacție; (c) forța musculaturii.

Segmentele corpului omenesc sînt unite între ele prin articulații și ligamente; ele permit mișcări în anumite limite, iar pe altele le frînează și le limitează.

Forțele de rezistență pasivă a țesuturilor joacă un rol important în cadrul mișcărilor; astfel de forțe pasive sînt țesuturile, capsulele articulare, ligamentele, aponevrozele, septurile intermusculare, fasciile. Oasele sînt organe dure, rezistente, care transmit ca niște pîrghii acțiunea forțelor care se aplică asupra lor. Se poate vorbi, de asemenea, și de o rezistență pasivă a mușchilor la întindere, precum și de o rezistență la mișcări pe care o opun peritoneul, mezenterul, vasele sanguine mari, ligamentele organelor interne etc.

Scanned with OKEN Scanner

În timpul accelerațiilor la care sînt supuse segmentele corpului, rezistența acestora se manifestă sub formă de forță de inerție, ca smucituri, împingeri, tracțiuni, presiuni. Aceste forțe sînt folositoare în unele mișcări sportive, cum ar fi mișcarea piciorului de avînt la săritura în înălțime.

Întrucît în toate mișcările segmentelor corpului există o accelerație, întotdeauna vor apare și forțe de reacție. Astfel, spre sfîrșitul unei mișcări de balans a membrelor, mușchii antagoniști se întind și se contractă frînînd mișcarea.

Principala forță activă internă este forța de contracție a mușchilor, care se manifestă fie sub formă de tracțiune pe pîrghiile osoase, fie sub formă de presiune, cum ar fi, spre exemplu, mușchii peretelui abdominal, fie ca ligamente active care întăresc articulațiile peste care sînt dispuși.

Forțele interioare și exterioare sînt indisolubil legate între ele și în continuă interacțiune. Întreaga activitate a omului se desfășoară cu ajutorul acestor forțe, în care rolul hotărîtor îl are contracția musculaturii corpului dirijată de către scoarța cerebrală.

Clasificarea mișcărilor omului. Mișcările corpului omenesc în spațiu se împart în simple sau complexe (combinate).

Mișcările simple, la rîndul lor, pot fi de translație și de rotație. În mișcarea de translație, toate punctele corpului descriu traiectorii paralele și au în orice moment aceeași viteză și accelerație (exemplu: mișcările scapulei pe cutia toracică). În mișcarea de rotație toate punctele corpului descriu circumferințe în jurul unui punct fix (centrul de rotație) sau al unei axe (axă de rotație). Toate mișcările articulate ale omului sînt mișcări de rotație, care se produc în jurul axelor articulațiilor.

Mișcările combinate (complexe) sînt formate din îmbinarea mișcărilor simple de translație și de rotație. În activitatea sportivă, majoritatea mișcărilor sînt complexe.

Mișcările complexe ale corpului omenesc se pot executa în plan sau în spațiu. Mișcarea complexă în plan are loc atunci cînd traiectoriile punctelor corpului care o execută se găsesc în planuri paralele; de exemplu, aruncarea discului cu piruetă, aruncarea ciocanului etc. Mișcarea complexă în spațiu are loc atunci cînd traiectoria anumitor puncte nu este în planuri paralele; de exemplu, săritura în apă cu răsturnare sau în șurub, patinajul artistic etc.

Corpul omenesc se poate mișca fie în întregime, fie numai în anumite segmente ale sale. După cum s-a arătat mai sus, toate mișcările segmentelor corpului sînt mișcări simple de rotație, care se produc în jurul axelor articulațiilor respective.

Mișcările corpului *în întregime* sînt mișcări complexe și se împart în:

a) *mișcări de locomoție* — mersul, alergarea, înotul, canotajul, patinajul de viteză și fond, mersul pe bicicletă, săritura în lungime (cu și fără elan) etc.;

b) *mișcări de rotație* — exerciții de gimnastică la bară, paralele, inele, cal cu mînere etc.;

c) *mișcări complexe* în spațiu — patinajul artistic, săriturile artistice în apă, mișcările din jocurile sportive etc.

Scanned with OKEN Scanner

MIȘCĂRI LOCOMOTORII

Mișcările de locomoție (locomotorii) sînt de două feluri: ciclice și aciclice.

În *locomoțiile ciclice*, fiecare parte a corpului revine în poziția inițială, adică capătă mereu un ciclu asemănător de mișcări. Prin ciclu de mișcări se înțelege totalitatea mișcărilor corpului și a segmentelor sale, începînd de la o poziție inițială oarecare (luată ca poziție de plecare) pînă la poziția următoare, identică. Locomoția ciclică rezultă din repetarea acestor cicluri uniforme, asemănătoare, numite și „unități de mișcare". La mers sau alergare, ciclul este pasul dublu. La înot (bras) în ciclu intră ducerea mîinilor de la bărbie înainte, tragerea lor înapoi și mișcarea de împingere a picioarelor.

În *locomoțiile aciclice* nu se produce o repetare succesivă a unor cicluri de mișcări; în executarea mișcărilor aciclice, cum sînt, spre exemplu, săriturile, corpul se găsește într-o poziție inițială și una finală, după care mișcarea încetează.

Mișcarea lomocotorie bipedă este o achiziție recentă în evoluția filogenetică. Copilul învață să meargă după vîrsta de un an, cînd s-a asigurat stațiunea bipedă și se perfecționează concomitent procesul de creștere. Fiind una din cele mai obișnuite mișcări executate de om, mersul se perfecționează pînă într-atîta, încît se poate afirma că dintre toate mișcările omului, mersul se efectuează cu cel mai mare randament, cu cea mai economică cheltuire de energie. Aceasta presupune pe de o parte adaptarea aparatului locomotor din punct de vedere morfologic, iar pe de altă parte o coordonare nervoasă perfectă a mișcărilor segmentelor și ale corpului în întregime în timpul mersului.

Analiza biomecanică a mersului a arătat că această mișcare obișnuită a omului este de o complexitate extremă: fazele sale nu pot fi sesizate cu ochiul liber. Pentru studiul mersului s-au imaginat numeroase procedee, dintre care cronofotografia lui M a r e y a dat rezultate mai bune; ulterior s-au întrebuințat diferite metode cinematografice, care au dat posibilitatea studierii coordonatelor spațiale în funcție de timp.

MERSUL

Mersul este o mișcare locomotorie ciclică, care se realizează prin ducerea succesivă a unui picior înaintea celuilalt. Caracteristic la mers este sprijinul permanent al corpului pe sol fie cu un picior (perioada sprijinului unilateral), fie cu ambele picioare (perioada sprijinului bilateral). Sprijinul unilateral durează în timp de cinci ori mai mult decît sprijinul bilateral: astfel, într-o oră de mers, omul se sprijină 50 de minute pe un picior (respectiv 25 de minute pe piciorul drept și 25 pe cel stîng) și 10 minute pe ambele picioare.

În perioada sprijinului unilateral, membrul inferior care susține greutatea corpului se numește picior de sprijin, iar celălalt, picior oscilant (pendulant).

Scanned with OKEN Scanner

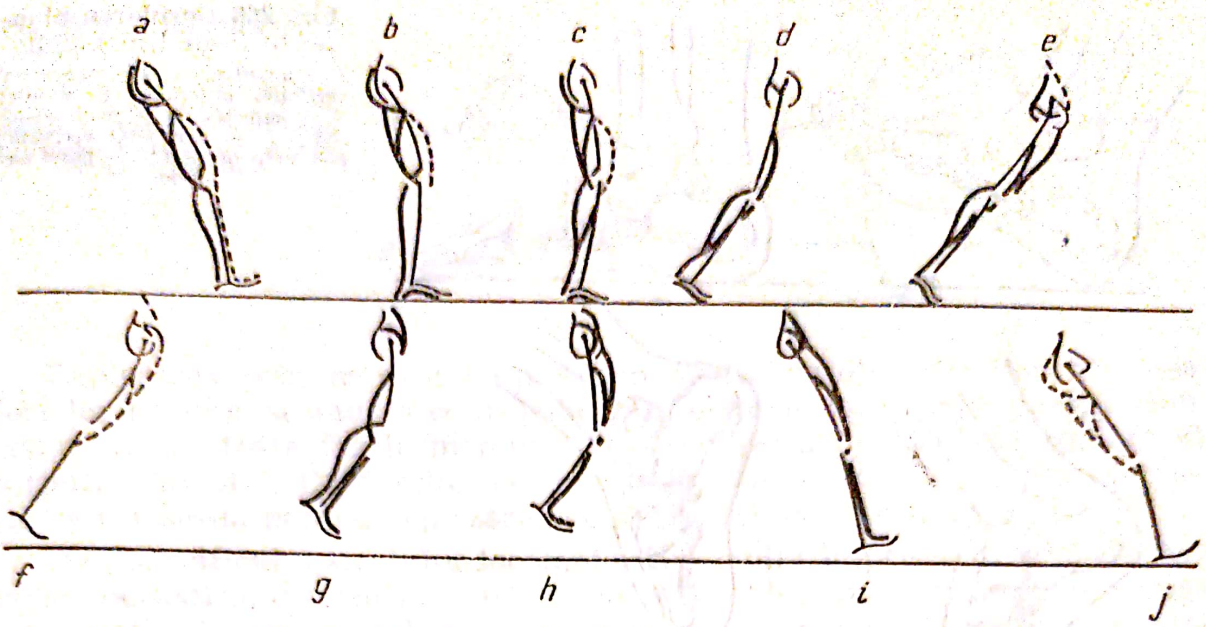


Fig. 267 Analiza schematică a fazelor mersului
sus — *picior de sprijin* (dreptul); *a—b)* — amortizarea; *c* — momentul verticalei; *d—e)* — impulsia.
jos — *picior oscilant* (stîngul); *f—g)* — pasul posterior; *h)* — momentul verticalei; *i—j)* — pasul anterior.

Mersul este format dintr-o succesiune de paşi; în analiza biomecanică a mersului se foloseşte pasul dublu compus din totalitatea mişcărilor care se efectuează între două sprijiniri succesive ale aceluiaşi picior. Pasul dublu este unitatea funcţională de mişcare în timpul mersului. El se compune din doi paşi simpli şi poate fi descompus pentru studiu în şase faze, din care două de foarte scurtă durată, au fost numite momente.

Fazele pasului dublu sînt următoarele (fig. 267, 268).

Faza I sau *faza de amortizare*, care începe din momentul cînd piciorul anterior ia contactul cu pămîntul prin călcîi şi durează pînă la momentul verticalei.

Faza a II-a sau *momentul verticalei* piciorului de sprijin; corpul trece un timp foarte scurt prin această poziţie, fiind sprijinit pe un singur picior. În acest moment corpul are înălţimea maximă, iar centrul de greutate este uşor deplasat lateral, către piciorul de sprijin, pentru menţinerea echilibrului.

Faza a III-a sau *faza de impulsie*, care începe imediat după trecerea corpului prin momentul verticalei piciorului de sprijin şi durează pînă la desprinderea de pe sol a acestuia. Către partea finală a acestei faze, planta se dezlipeşte de sol, începînd cu călcîiul. Atunci cînd sprijinul se face numai cu vîrful metatarsienelor şi cu degetele, corpul se află în sprijin bilateral, întrucît piciorul anterior se găseşte în contact cu solul prin călcîi. În timpul sprijinului bilateral, centrul de greutate al corpului este cel mai coborît, avînd înălţimea minimă. La sfîrşitul acestei faze, corpul este împins înainte şi în sus prin forţa de impulsie a piciorului de sprijin, care apoi devine picior oscilant.

Faza a IV-a sau *pasul posterior* al piciorului oscilant, în care se execută liber o oscilaţie în articulaţia coxofemurală, concomitent cu o uşoară flexie în genunchi şi o uşoară flexie dorsală în articulaţia talocrurală;

Scanned with OKEN Scanner

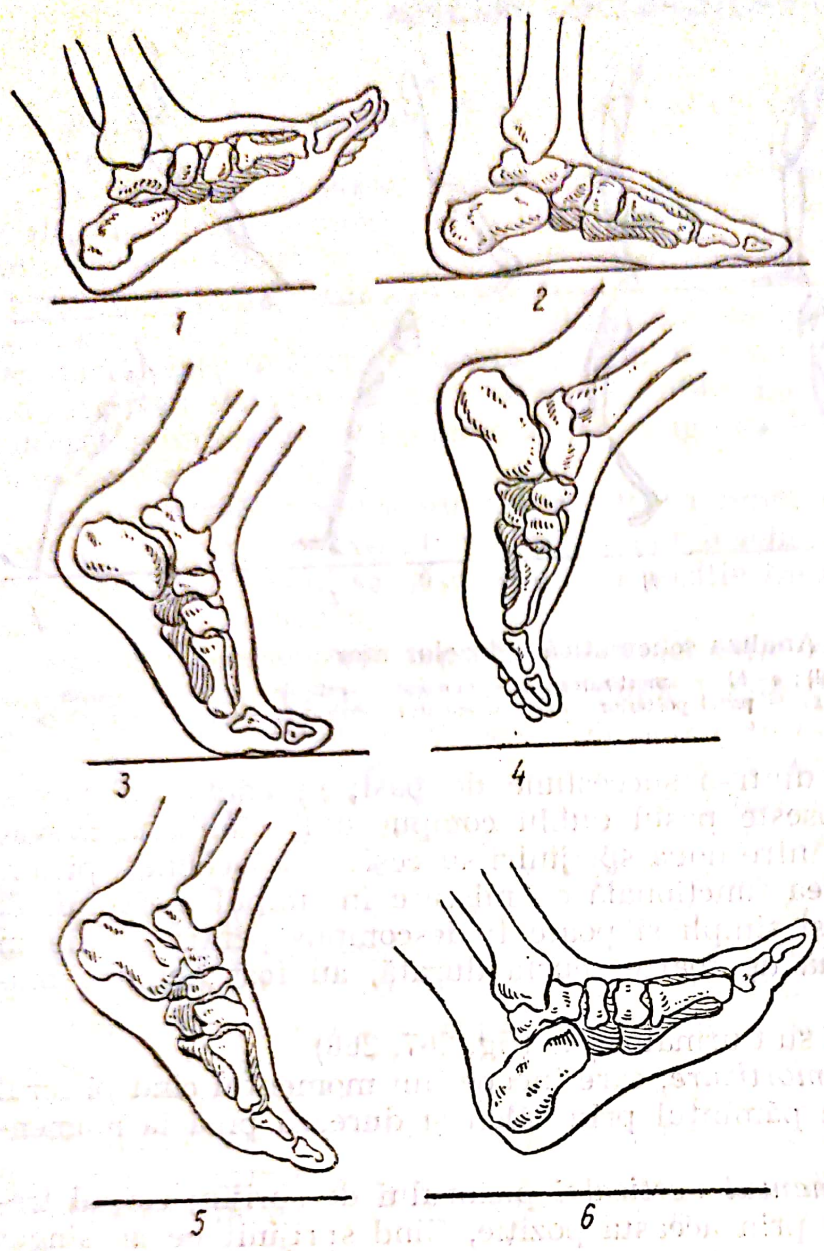


Fig. 268 Derularea plantei în timpul mersului:
1 — amortizarea; *2* — momenetul verticalei piciorului de sprijin; *3* — impulsia; *4* — pasul posterior; *5* — momentul verticaln; piciorului oscilant; *6* — pasul anterior.

flexia de genunchi și talocrurală au ca scop realizarea unei ușoare scurtări a membrului inferior care oscilează, prin aceasta înlesnind mișcarea, mai ales în momentul trecerii la verticală.

Faza a V-a sau *momentul verticalei* piciorului oscilant. Piciorul oscilant trece ușor flectat pe la verticală, încrucișînd piciorul de sprijin, aflat de asemenea la momentul verticalei.

Faza a VI-a sau *pasul anterior* al piciorului oscilant, care oscilează de la verticală înainte, pregătindu-se să ia contact cu solul, adică să înceapă un nou ciclu al pasului dublu.

Dintre toate fazele descrise, cea mai importantă pentru mișcarea înainte este cea de impulsie, cînd forța musculaturii coincide cu direcția orizontală a deplasării corpului. Faza de amortizare este o fază în care se frînează mișcarea progresivă a corpului, reacția sprijinului fiind îndreptată împotriva direcției orizontale a deplasării corpului (fig. 269).

Scanned with OKEN Scanner

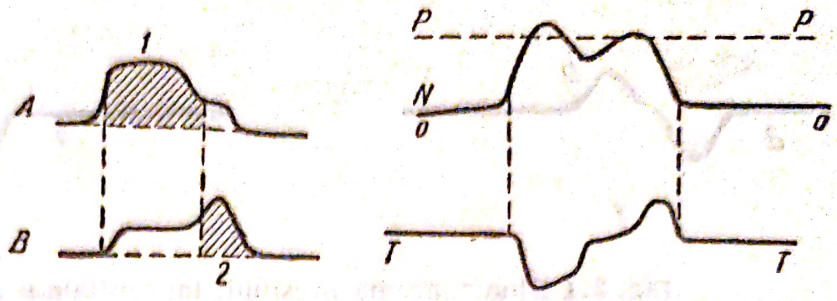


Fig. 269 Dinamograma presiunii pe sol în mers
A — călcîi; *B* — vîrful piciorului; *1* — amortizarea; *2* — impulsia; — Curba dinamografică a presiunii normale (*N*) și tangențiale (*T*) în mers.

Deplasarea prin mers a corpului în spațiu rezultă din interacțiunea forțelor interne, și anume contracția musculaturii, cu forțele externe care acționează în toate fazele mersului și mai ales la punctele de contact al corpului cu solul. Dacă solul sau obiectele sînt mobile, o parte a efortului va fi folosită pentru deplasarea acestora (schiul, patinele).

Deși specificul aparatului locomotor al omului imprimă o forță de impulsie periodică, discontinuă, totuși, în ansamblul său, mersul este o mișcare continuă, prezentînd unele oscilații. Această transformare a impulsului periodic într-o mișcare continuă este rezultatul interacțiunii cu forțele de inerție care se nasc în timpul mersului și cu particularitățile morfologice ale aparatului locomotor, constituit din pîrghii articulate.

Direcția oblică și intermediară a forței motrice în mers este determinată de impulsia transmisă de membrul inferior pe sol în urma contracției musculaturii din lanțul triplei extensii (extensie șold, extensie genunchi și flexie plantară). Forța de frecare este necesară impulsiei; este cunoscută greutatea cu care se deplasează omul pe un plan lucios (gheață) sau în nisip, întrucît o parte din forța impulsiei se pierde.

După cum rezultă din descrierea fazelor pasului dublu, fiecare membru inferior are un rol de sprijin și apoi unul de oscilație, iar sprijinul bilateral se asigură în mers o scurtă perioadă de timp și este situat în momentul cînd se termină impulsia și începe amortizarea. Perioada de sprijin este puțin mai mare decît cea de oscilație.

În timpul mersului piciorul de sprijin execută o presiune asupra solului, care poate fi studiată prin înscrierea grafică cu ajutorul platformelor dinamografice.

Curba presiunii normale, exercitată de piciorul de sprijin pe sol, oscilează cu valori pozitive și negative de o parte și de alta a liniei greutății corpului, avînd o traiectorie caracteristică în funcție de felul mersului (fig. 270).

În faza de amortizare, presiunea pe sol depășește la început valoarea greutății corpului și este reprezentată prin două oscilații pozitive care corespund contactului cu călcîiul și apoi cu vîrful piciorului.

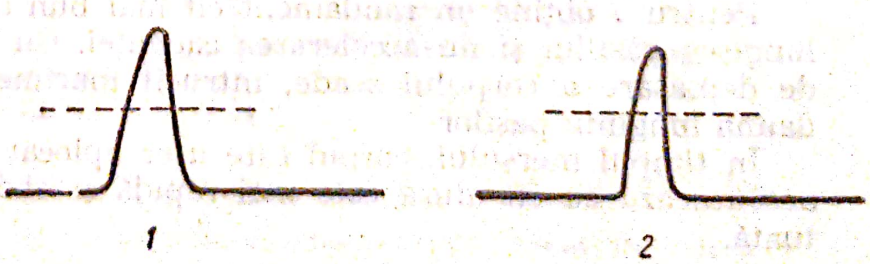


Fig. 270 Dinamograma presiunii normale a piciorului în mers
1 — în mers sportiv; *2* — în alergarea de viteză; Linia întreruptă reprezintă linia greutății corpului.

Scanned with OKEN Scanner

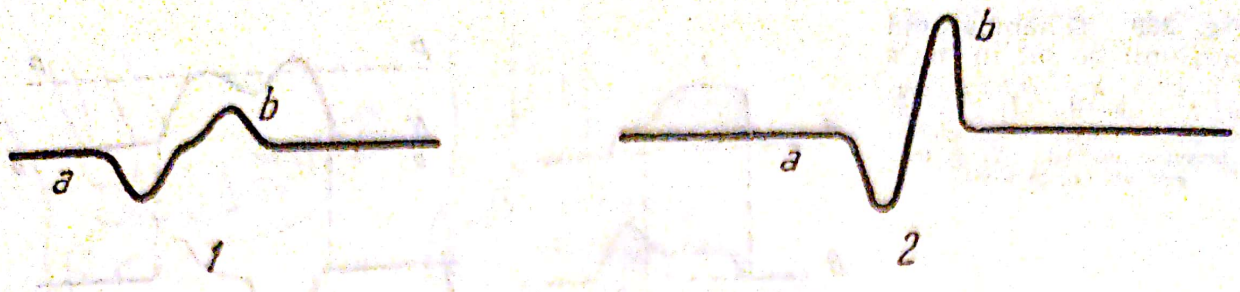


Fig. 271 Dinamograma presiunii tangențiale a piciorului pe sol

1 — în mersul obișnuit; *2* — în alergare; *a* — amortizarea; *b* — impulsia. La început, în faza de amortizare, presiunea este negativă, întrucît reacția reazemului este inversă sensului deplasării.

Componenta tangențială a presiunii pe sol variază în funcție de fazele mișcării piciorului de sprijin (fig. 271).

Presiunea tangențială a piciorului este mai întîi negativă (în faza de amortizare), apoi devine pozitivă (în faza de impulsie).

Caracteristicile pasului. Pasul dublu este distanța care separă două sprijine succesive ale aceluiași picior pe sol; lungimea sa se măsoară de la călcîi la călcîi.

Pasul simplu înseamnă distanța dintre călcîiul piciorului de contact cu solul și vîrful piciorului de impulsie; el se realizează în timpul sprijinului bilateral.

Lungimea pasului simplu depinde de lungimea membrelor inferioare; în medie el este de 0,63 m la bărbat și de 0,50 m la femeie. S-a observat că pașii aceluiași individ nu sînt egali între ei; de regulă, pasul este mai lung cînd membrul inferior stîng servește de sprijin.

În toate cadențele de mers, cei doi pași simpli ai unui pas dublu sînt deseori de lungimi inegale; pasul mai lung corespunde membrului inferior cu musculatură mai dezvoltată. Astfel, la fiecare om și mai ales la sportivi (în principal la săritori), forța musculară este mai dezvoltată la unul din membrele inferioare (la săritori la piciorul de bătaie).

Cînd omul duce greutăți, lungimea pasului și cadența scad.

Cadența sau ritmul (alura) mersului reprezintă numărul de pași făcuți într-un minut. Lungimea pașilor este influențată de cadență. De asemenea, talia influențează cadența ea fiind accelerată la persoanele cu talie submedie.

Viteza mersului, adică spațiul parcurs într-un minut, este egală cu produsul dintre lungimea pasului și cadența lui; cu cît crește unul din factori, cu atît crește și viteza, și invers.

La un bărbat adult de talie mijlocie, viteza mersului este maximă la o cadență de 140 pași simpli pe minut. Astfel, la un om cu talie de 1,70 m, lungimea pasului simplu variază între 75—85 cm. La o cadență economică, între 110—130 pași simpli pe minut, viteza orară va fi de 5—6,5 km pe oră.

Pentru a obține un randament cît mai bun al mersului se recomandă lungirea pasului și nu accelerarea cadenței. Cu cît cadența crește, viteza de deplasare a corpului scade, întrucît mărimea frecvenței se face în dauna lungimii pașilor.

În timpul mersului, corpul este ușor aplecat înainte, aplecare care se accentuează cu cît alura este mai rapidă și oboseala omului mai accentuată.

Scanned with OKEN Scanner

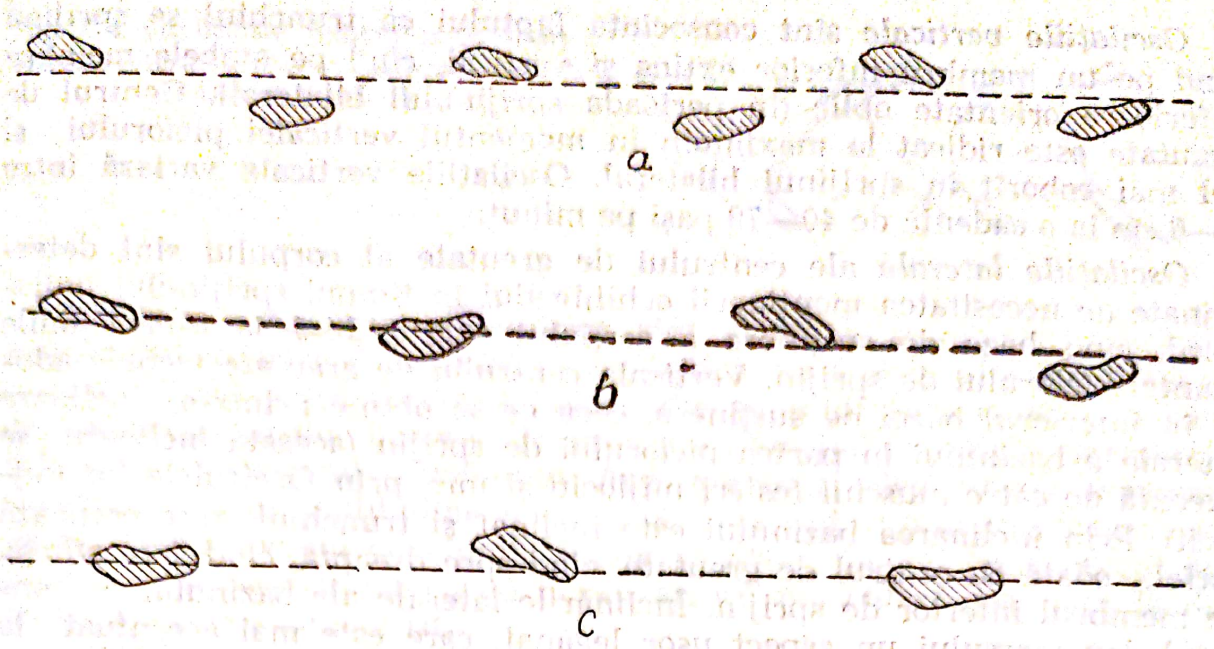


Fig. 272 Amprenta plantei pe sol

a — în mersul obișnuit; *b* — în alergarea de fond; *c* — în alergarea de viteză.

Unghiul pasului (fig. 272 a, b, c) este unghiul format de linia de marș și axa piciorului; el are o valoare medie de 15°.

Lărgimea pasului este distanța care separă călcîiul de linia de marș; la o viteză mijlocie ea este de 5—6 cm (fig. 273).

Urmele pe care le lasă planta pe sol în timpul mersului nu se află pe aceeași linie dreaptă, ci sînt depărtate în medie cu 12 cm la bărbat și 13 la femeie, datorită faptului că femeia are bazinul mai larg; de asemenea, vîrfurile picioarelor sînt îndreptate puțin în afară.

Oscilațiile centrului de greutate în marș. Deplasarea corpului în timpul mersului nu este rectilinie; datorită condițiilor mecanice și de echilibru specifice mersului biped, centrul de greutate al corpului prezintă o serie de oscilații.

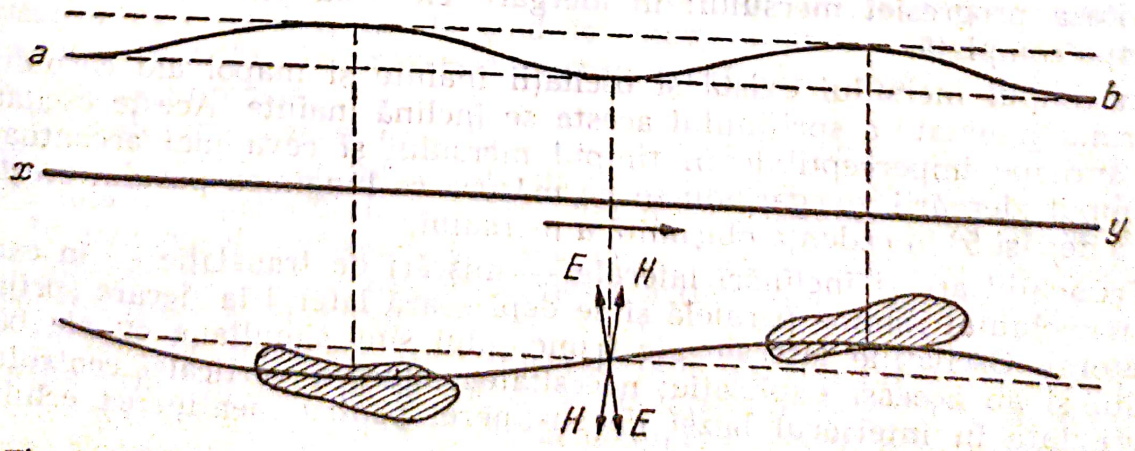


Fig. 273 Impresiunea pașilor pe sol în mers, din care rezultă unghiul și lărgimea pasului

xy — direcția mersului; *EE* — *HH* — torsiunea maximă a trunchiului; *EE* — umeri; *HH* — bazin

Oscilațiile verticale sînt consecința faptului că trunchiul se sprijină cînd pe un membru inferior extins și vertical, cînd pe ambele membre inferioare orientate oblic (în perioada sprijinului bilateral). Centrul de greutate este ridicat la maximum în momentul verticalei piciorului și cel mai coborît în sprijinul bilateral. Oscilațiile verticale variază între 4—6 cm la o cadență de 40—70 pași pe minut.

Oscilațiile laterale ale centrului de greutate al corpului sînt determinate de necesitatea menținerii echilibrului în timpul sprijinului unilateral, cînd baza de susținere a corpului este redusă la dimensiunile plantei piciorului de sprijin. Verticala centrului de greutate trebuie adusă în interiorul bazei de susținere, ceea ce se obține printr-o înclinare laterală a bazinului în partea piciorului de sprijin (această înclinare se execută de către mușchii fesieri mijlociu și mic, prin fasciculele lor mijlocii). Prin înclinarea bazinului este înclinat și trunchiul, care oscilează astfel, odată cu centrul de greutate, cînd spre dreapta, cînd spre stînga, pe membrul inferior de sprijin. Înclinările laterale ale bazinului și trunchiul dau mersului un aspect ușor legănat, care este mai accentuat la femei din cauza bazinului mai larg.

Oscilația laterală începe o dată cu terminarea fazei de sprijin bilateral și atinge amplitudinea sa maximă în momentul verticalei piciorului de sprijin; ea coincide cu poziția cea mai înaltă a centrului de greutate și cu cea mai mică viteză orizontală a trunchiului. Oscilația laterală este nulă în timpul sprijinului bilateral. Amplitudinea medie a oscilațiilor laterale este de 2,5 cm la dreapta și la stînga.

În timpul mersului au loc diferite mișcări ale trunchiului și membrelor superioare (fig. 273), care se pot evidenția prin metodele cinematografice arătate mai sus.

Astfel, șoldul corespunzător piciorului oscilant este împins înainte, iar cel al piciorului de sprijin rămîne înapoi; amplitudinea acestei deplasări atinge în medie 9°.

Oscilațiile axului umerilor se fac în sens invers celor ale bazinului și corespund cu ducerea înainte a membrelor superioare. Amplitudinea acestor oscilații este mai mare la umeri decît la bazin și atinge 12° în momentul sprijinului bilateral. Oscilațiile umerilor cresc proporțional cu viteza progresiei mersului: în alergare ele scad pînă la dispariția aproape completă.

În timpul mersului există și oscilații înainte și înapoi ale corpului: în prima jumătate a sprijinului acesta se înclină înainte. Aceste oscilații sînt aproape imperceptibile în timpul mersului și ceva mai accentuate în timpul alergării, exagerîndu-se pe măsură ce lungimea pasului crește, fără a depăși 5° în cadența obișnuită a mersului.

Trunchiul are și înclinări laterale — mișcări de translație — în care axa trunchiului rămîne paralelă și se deplasează lateral la fiecare sprijin unilateral. Oscilațiile laterale ale trunchiului sînt simultane cu ale bazinului și au aceeași explicație: necesitatea aducerii verticalei centrului de greutate în interiorul bazei de susținere, pentru menținerea echilibrului corpului.

Oscilațiile bazinului în timpul mersului descriu o traiectorie helicoidală; ele pot fi evidențiate prin traiectoria descrisă de pubis (fig. 274).

Scanned with OKEN Scanner

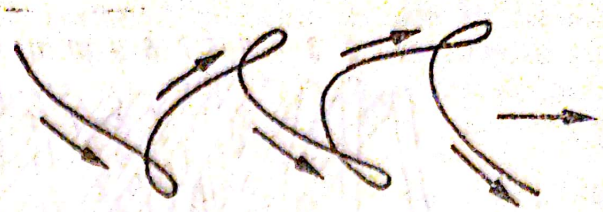


Fig. 274. Oscilațiile pubisului în mers. Săgețile indică traiectoria parcursă de regiunea pubiană.

Mișcările membrelor superioare sînt sincrone și opuse mișcărilor membrului inferior de aceeași parte; astfel, cînd piciorul stîng oscilează înainte, brațul drept oscilează înapoi. Ele au rolul de a corecta în parte deplasarea centrului general de greutate datorită mișcărilor membrelor inferioare și torsiunii trunchiului. Aceste mișcări efectuate de membrele superioare au o amplitudine mică, însă dacă sînt suprimate, mersul este jenat. Astfel, mersul cu mîinile legate la spate, mersul celor recent amputați, al bolnavilor cu paralizii sau atrofii musculare mai ales la deltoid, au aspecte caracteristice.

Contribuția musculaturii în mersul înainte pe plan orizontal. În timpul mersului acționează majoritatea grupelor musculare, succedîndu-se armonios sub conducerea centrilor nervoși corticali; cea mai mare contribuție o are însă musculatura membrelor inferioare. Analiza contribuției grupelor musculare la efectuarea fazelor mersului trebuie făcută separat la piciorul de sprijin și la cel oscilant, ele avînd particularități la fiecare fază.

Piciorul de sprijin oscilează în articulația coxo-femurală, descriind un unghi cu deschiderea în jos. În același timp, articulația talo-crurală devine o axă de rotație a piciorului de sprijin, care descrie față de acesta un unghi deschis în sus (fig. 275).

În faza de amortizare piciorul atinge solul cu călcîiul și aproape imediat se aplică pe el cu întreaga plantă. În momentul contactului cu solul, la nivelul articulației talo-crurale acționează mușchii flexori dorsali ai labei piciorului, la genunchi extensorii, iar la articulația coxo-femurală flexorii coapsei pe bazin. După contactul cu solul și pînă la momentul verticalei piciorului de sprijin, rolul grupelor musculare se schimbă. Astfel, la nivelul articulației talo-crurale își încep acțiunea mușchii flexori plantari care aplică planta pe sol, la genunchi se menține acțiunea extensorilor, iar la șold își încep acțiunea mușchii extensori pentru a contribui la progresia înainte a corpului (asigurată de efortul din faza de impulsie).

Faza de amortizare, care ține din momentul contactului călcîiului cu solul pînă la verticala piciorului de sprijin, durează în timp 3/5 din durata totală a sprijinului, restul de 2/5 fiind destinate fazei de impulsie.

În momentul verticalei, grupele musculare antagoniste ale membrului inferior de sprijin asigură fixarea articulațiilor, determinînd înălțimea maximă a corpului.

În faza de impulsie, care durează pînă la eliberarea piciorului de sprijin prin impulsia de la sol, la articulația talo-crurală se accentuează contracția flexorilor plantari, iar la genunchi și șold a mușchilor extensori. Contracția atinge maximum în momentul cînd piciorul de sprijin ia contact numai cu vîrful și este principala forță motrică a mersului.

Scanned with OKEN Scanner

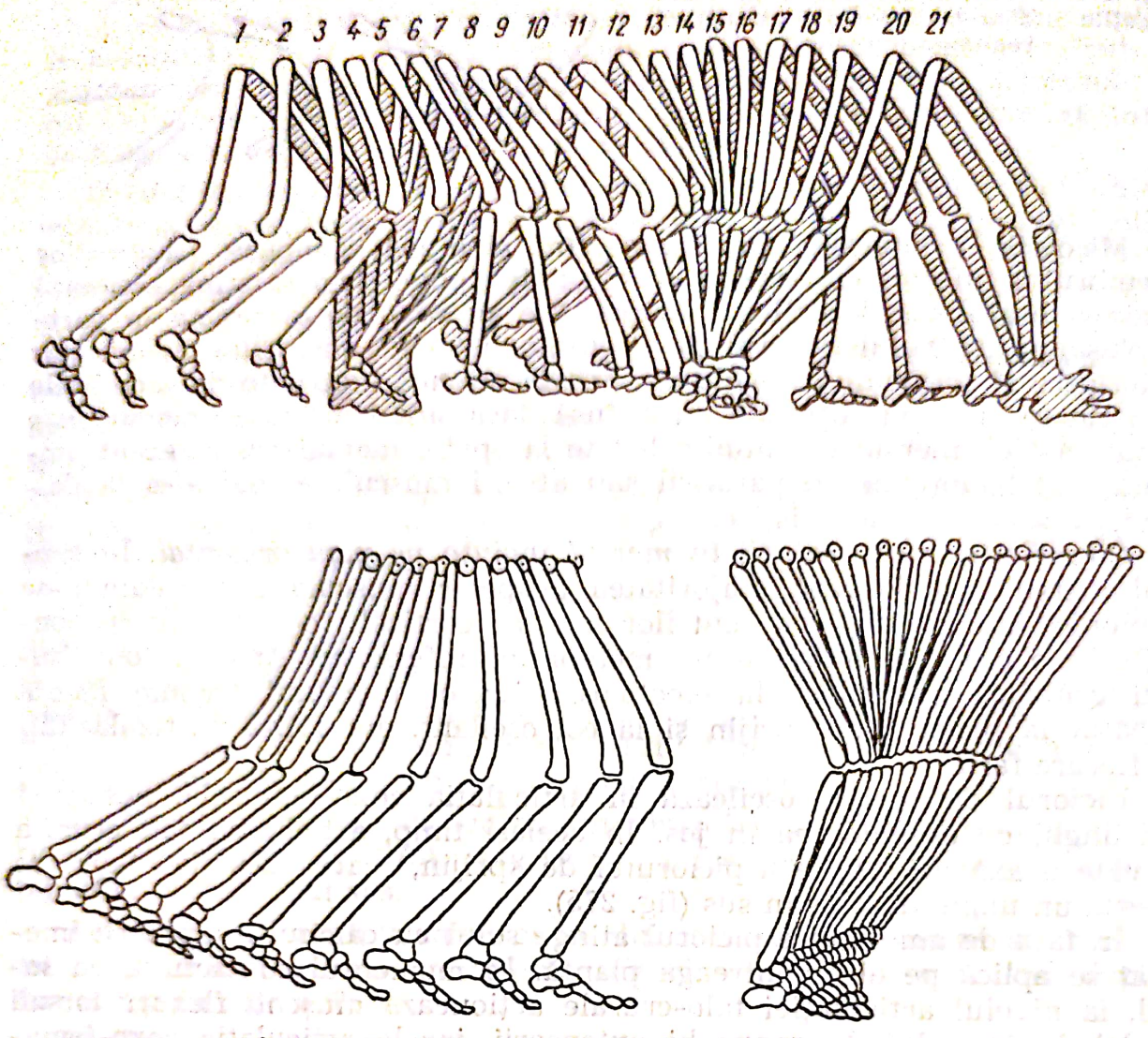


Fig. 275. Oscilațiile piciorului de sprijin în mers.

Între fazele piciorului de sprijin și cele ale piciorului oscilant există o scurtă perioadă de sprijin bilateral, cînd corpul se sprijină pe sol cu călcîiul piciorului anterior și cu vîrful piciorului posterior. După G. Demeny, durata sprijinului bilateral este în medie de 2 sec. și 4/10—7 sec. și 4/10; ea se prelungește cînd survine oboseala, constituind un semn obiectiv al acesteia.

Piciorul oscilant își parcurge fazele sale printr-o pendulare dinapoi-înainte în articulația coxofemurală.

Faza pasului posterior se execută din momentul desprinderii vîrfului piciorului de pe sol și durează pînă în momentul trecerii la verticală. Ea este asigurată de mușchii flexori ai coapsei pe bazin; în articulația genunchiului se produce o ușoară flexie, iar în cea talo-crurală mușchii flexori dorsali ridică ușor vîrful piciorului.

În această fază contribuția musculaturii va fi mai mică, datorită faptului că pendularea membrului inferior este înlesnită și de forța de gravitație.

Scanned with OKEN Scanner

În momentul trecerii la verticală, piciorul oscilant se află în ușoară flexie la genunchi, pentru a realiza scurtarea necesară a membrului inferior pendulant; în articulația talo-crurală grupele musculare antagoniste își aduc o contribuție egală, laba piciorului aflîndu-se în unghi drept pe gambă.

În faza pasului anterior al piciorului oscilant se accentuează forța de contracție a mușchilor flexori ai coapsei pe bazin, iar la genunchi se produce contracția balistică a extensorilor, care aruncă gamba înainte, pregătind aterizarea. În articulația talo-crurală contracția flexorilor dorsali se accentuează, ridicînd vîrful piciorului și pregătind astfel călcîiul pentru contactul cu solul.

Trecînd în revistă modul cum se succed în acțiune grupele musculare antagoniste ale membrului inferior, se poate arăta că mersul utilizează aproape în egală măsură toate grupele, cu excepția mușchilor extensori ai gambei care sînt solicitați mai mult. În general grupele extensoare sînt solicitate mai mult decît cele flexoare, ceea ce explică de altfel și inegala lor dezvoltare la om. Mersul constituie mișcarea cea mai obișnuită la om și de aceea și coordonarea nervoasă și dezvoltarea corespunzătoare a grupelor musculare asigură un randament maxim.

În mersul normal, lucrul muscular este economic și armonios repartizat diferitelor grupe musculare, pentru care motiv oboseala nu apare repede. Trebuie de asemenea să menționăm contribuția tractului ilio-tibial, formațiune fibroasă proprie omului, apărută odată cu mersul biped, care este pus în tensiune prin contracția m. tensor al fasciei lata și fesier mic, realizîndu-se astfel piciorul de sprijin, coloană rigidă ce permite mișcările piciorului oscilant (Floru E.).

În timpul mersului obișnuit pe un plan orizontal, marile funcții organice sînt influențate în mod pozitiv, respirația și circulația sînt activate, iar sistemul nervos echilibrat.

Diferite forme de mers. Mersul omului are unele particularități în funcție de condițiile în care se execută; de asemenea, fiecare om își are mersul său caracteristic.

a) *Marșul sportiv.* Dinamica activității musculare în „marșul sportiv" arată că efortul principal este depus de către grupele și lanțurile musculare ale membrelor inferioare și trunchiului; restul musculaturii participă în măsură mai mică la efortul global.

Ceea ce caracterizează mecanica marșului sportiv este asemănarea sa cu mersul obișnuit, avînd doar cîteva particularități specifice în cadrul fazelor pasului dublu. Astfel, în faza de amortizare, contactul piciorului cu solul se face pe călcîi, urmînd derularea completă a tălpii pe sol. Extensia genunchiului la piciorul de impulsie și pendularea piciorului oscilant se execută mai viguros. În faza de impulsie se produce o contracție puternică a lanțului muscular al triplei extensii, care împinge corpul înainte. În faza pasului posterior al piciorului oscilant, grupa musculară a flexorilor coapsei pe bazin se contractă mai puternic decît la mersul obișnuit și duce înainte viguros membrul inferior. Forța de contracție a acestei grupe musculare crește în faza pasului anterior, întrucît este nevoie să se adauge componenta antigravitațională. În marșul sportiv, mișcările umerilor și ale membrelor inferioare sînt mai vii și mai ample.

Scanned with OKEN Scanner

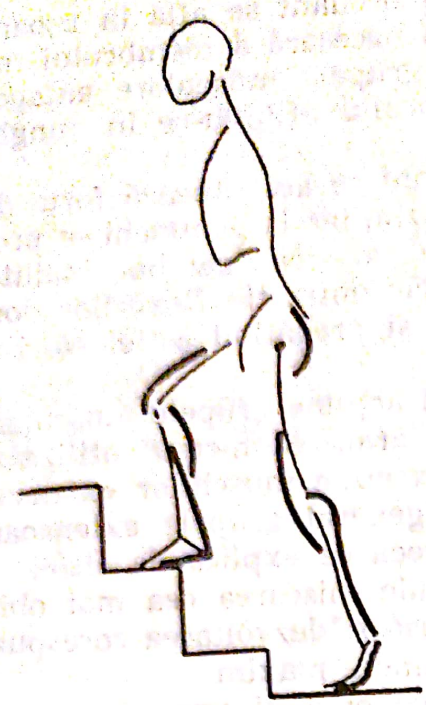


Fig.Fig. 276. Lanțurile musculare care asigură mersul pe scară (ascendent).

b) *Mersul pe plan înclinat ascendent* sau descendent poate fi descompus în aceleași faze ca și mersul pe plan orizontal, cu deosebirea că perioada sprijinului bilateral este lungită, iar contactul cu solul în faza de amortizare se face pe toată planta, fie pe vîrf (în cazul cînd panta este foarte înclinată). Activitatea depusă de grupele musculare care asigură impulsia este crescută și solicită în mare măsură aparatele cardio-vascular și respirator. Cînd planul este foarte înclinat, fixarea pe sol a plantei se face cu greutate, iar omul recurge la o poziție specială a piciorului, care să-i asigure o priză mai bună, utilizînd marginea laterală sau medială a plantei printr-o mișcare de supinație sau pronație; se realizează astfel mersul pe plan înclinat „de-a curmezișul", folosit în ascensiunile din munți.

O variantă a mersului ascensional este *mersul pe scară*. În acest fel de mers amortizarea se face pe toată planta sau numai pe vîrful piciorului, iar genunchiul este flectat cu atît mai mult, cu cît înălțimea treptei se mărește. Activitatea grupelor musculare este maximă în faza de amortizare, pe parcursul căreia se realizează și ridicarea corpului pînă cînd piciorul de sprijin ajunge la verticală. Faza de impulsie a piciorului de sprijin solicită mai puțin musculatura decît faza de amortizare, întrucît ascensiunea se realizează pînă ce corpul ajunge la verticală. Oscilațiile laterale ale centrului de greutate sînt mai accentuate decît în mersul pe plan orizontal (fig. 276).

Mersul pe plan înclinat descendent are, de asemenea, particularități specifice, și anume: faza de amortizare se face pe toată planta, cu șoldurile și genunchii ușor flexați și menținuți în această poziție de către mușchii extensori care transformă articulațiile în resorturi elastice, desfășurînd un lucru mecanic de cedare. La acest fel de mers nu există o fază de impulsie, ci o succesiune de pași scurți ca lungime, coborîrea corpului fiind rezultatul acțiunii de cedare a grupelor musculare extensoare ale articulațiilor coxofemurale și genunchiului, precum și a flexorilor plantari.

c) *Mersul prin înfruntarea unui obstacol* (fig. 277), cum este, de exemplu, împingerea unei greutăți sau mersul împotriva unui vînt puternic. În acest fel de mers corpul este aplecat mult înainte, iar verticala coborîtă din centrul de greutate cade înaintea bazei de susținere; din această cauză, dacă obstacolul ar dispare brusc, corpul ar cădea înainte. Timpul sprijinului bilateral este mult prelungit, iar efortul de învingere a obstacolului se adaugă la cel de impulsie obișnuit în mersul pe plan orizontal, ceea ce solicită puternic musculatura triplei extensii. Musculatura trunchiului și a membrelor superioare participă la învingerea gre-

Scanned with OKEN Scanner

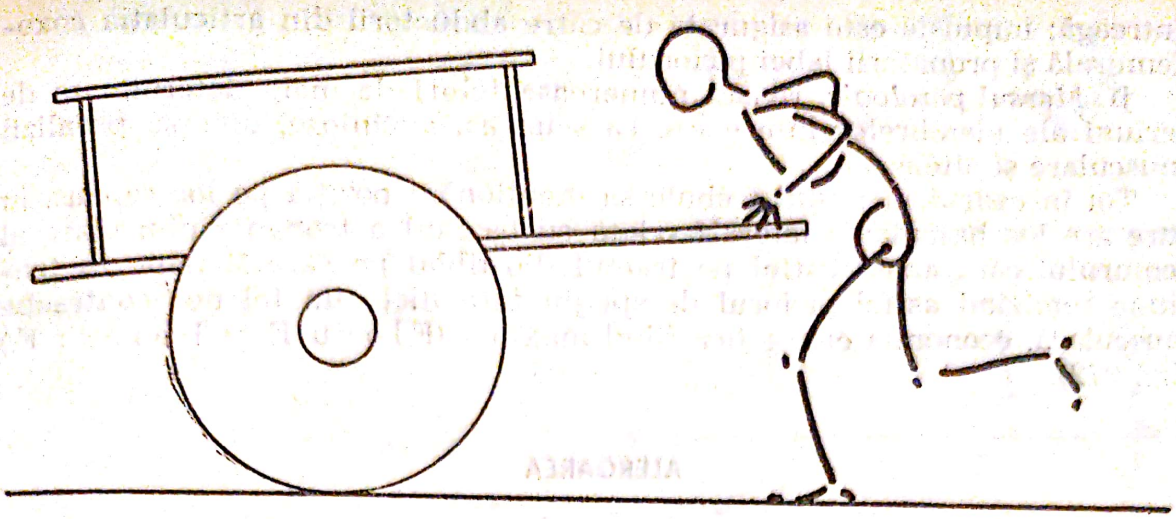


Fig. 277. Mersul prin înfruntarea unui obstacol; C.G.G. al corpului este împins înainte.

utății obstacolului care se opune progresiei. Circulația și respirația sînt solicitate puternic, ceea ce determină apariția rapidă a oboselii.

d) *Mersul cu genunchii ușor îndoiți* este caracteristic oamenilor care duc greutăți; de asemenea, acest fel de mers a caracterizat pe strămoșii omului. Specific acestui fel de mers este faptul că la nivelul articulației genunchilor nu se produce extensia completă în nici una din fazele mersului, ceea ce solicită foarte mult grupele musculare antagoniste de la nivelul genunchilor. Contactul cu solul se face pe toată planta. Se pare că în acest fel de mers, deși viteza este mai scăzută față de cel normal, ea se poate menține un timp mai îndelungat.

e) *Mersul înapoi* se compune din aceleași faze ca și mersul înainte, cu deosebirea că amortizarea se face pe vîrfuri, cu genunchii ușor flexați, sprijinul bilateral fiind alungit în timp; viteza mersului este scăzută, iar mersul nesigur, din cauză că lipsește orientarea în spațiu pe care o dă vederea la mersul înainte.

f) *Mersul prin tatonare sau mersul pe întuneric* se caracterizează, ca și mersul înapoi, prin nesiguranță, din lipsa aportului analizorului vizual. Genunchii sînt flexați în toate fazele acestui fel de mers, sprijinul bilateral este prelungit, iar oscilațiile laterale ale corpului sînt crescute; viteza mersului este scăzută. Acest fel de mers nu poate fi menținut timp îndelungat, întrucît produce o oboseală mare datorită solicitării crescute a extensorilor genunchilor, care asigură prin lucru de cedare poziția flexată a articulației.

g) *Mersul pe vîrfuri* se execută cu membrele inferioare blocate în extensie la nivelul genunchilor și în flexie plantară la nivelul labei piciorului. Mișcarea se produce numai la articulațiile coxo-femurale și solicită puternic musculatura, determinînd apariția rapidă a oboselii. De asemenea, întrucît resortul pe care-l reprezintă bolta plantară este anihilat printr-o flexie plantară puternică, corpul sprijinindu-se pe vîrful picioarelor, acest fel de mers produce zguduiri care sînt anihilate în parte prin fixarea la vîrful pantofilor balerinelor a unui strat gros de plută.

h) *Mersul lateral* se efectuează prin mișcări de abducție și adducție succesive ale membrelor inferioare; contactul cu solul se face cu planta

Scanned with OKEN Scanner

întreagă; impulsia este asigurată de către abductorii din articulația coxo-femurală și pronatorii labei piciorului.

j) *Mersul patologic.* Există numeroase feluri de mers determinate de leziuni ale membrelor inferioare, ca scurtări, anchiloze, diverse paralizii musculare și altele.

Tot în cadrul mersului trebuie să menționăm poziția pe loc repaus, în care are loc bascularea laterală odată cu bazinul a trohanterului mare al femurului care apasă astfel pe tractul ilio-tibial pe care îl pune în tensiune realizînd astfel piciorul de sprijin fără nici un fel de contracție musculară, economia energetică fiind maximă (F l o r u E. și R a i n e r F.) (fig. 272).

ALERGAREA

La fel ca și mersul, alergarea este cel mai natural procedeu de deplasare a omului; pentru a accelera deplasarea sa în spațiu, omul recurge instinctiv la alergare.

Alergarea sportivă, ca probă atletică, se bazează pe mișcarea naturală de alergare, reglementînd-o și perfecționînd-o în scopul obținerii unui randament optim.

Din punct de vedere biomecanic, alergarea este o mișcare de locomoție ciclică, în care deplasarea corpului este asigurată printr-o acțiune alternativă a membrelor inferioare, alergătorul avînd un contact periodic cu solul. Ea reprezintă o succesiune de unități ciclice, constituind în ansamblu o mișcare complexă, simetrică, reciprocă și automatizată, care este determinată de forțele interne ale organismului în interacțiune cu forța de gravitație, cu reacția sprijinului și cu rezistența mediului. Spre deosebire de mers, alergarea se caracterizează prin prezența unei faze de zbor, care înlocuiește sprijinul bilateral din mers. Deși solicită mai ales membrele inferioare, în alergare participă întreg aparatul locomotor.

Unitatea ciclică de bază în alergare este pasul alergător; în succesiunea pașilor din alergare distingem faze de sprijin unilateral și alternativ și faze de zbor. Membrele inferioare efectuează pe rînd funcția de sprijin și de oscilare; o analiză atentă ne arată că fiecare membru inferior în parte îndeplinește succesiv următoarele acțiuni: împingere (impulsie), pendulare (oscilație) și sprijin.

Ciclul complet al unității de mișcare în alergare este reprezentat de pasul alergător dublu; el cuprinde două perioade de sprijin și două perioade de zbor (fig. 278).

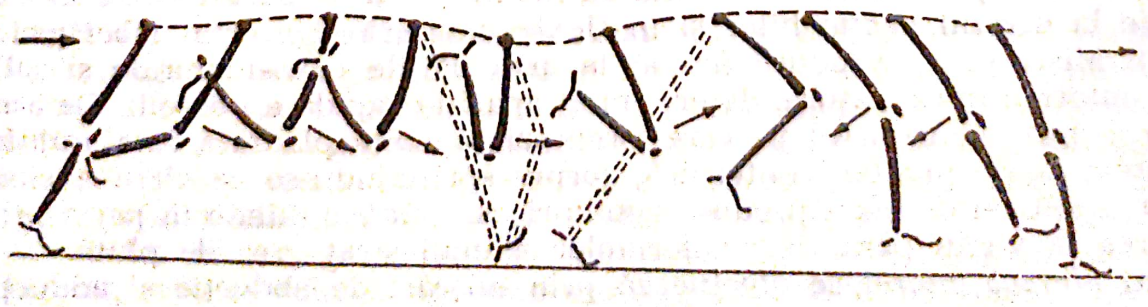


Fig. 278. Chinograma alergării.

Scanned with OKEN Scanner

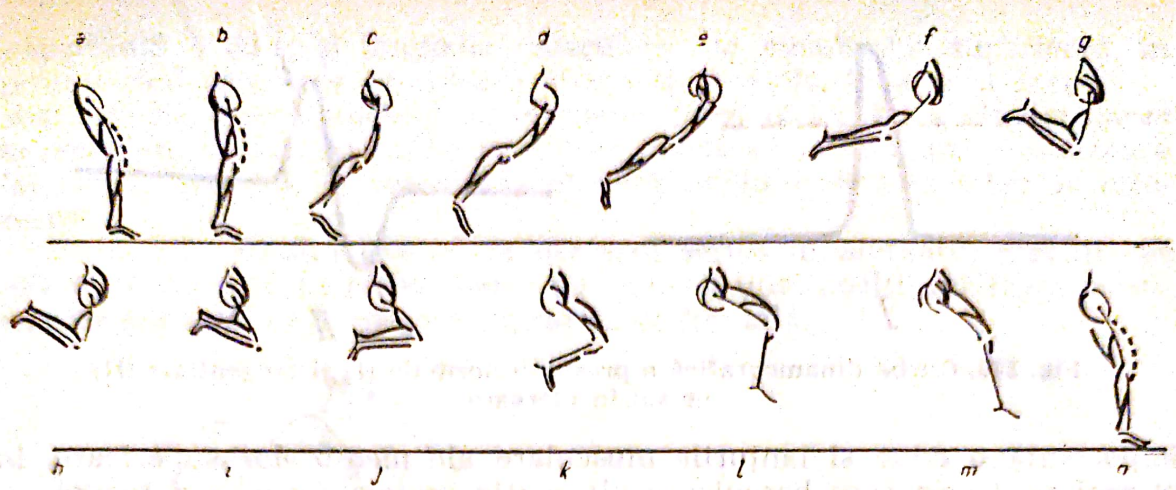


Fig. 279. Fazele alergării.

a — amortizarea; *b* — momentul verticalei; *c*, *d* — impulsia; *e*—*m* — zborul; *n* — amortizarea. Pe parcursul fazelor de la *d*—*m*, se desfășoară fazele piciorului oscilant.

Mișcările executate de către un singur membru inferior în cadrul pasului alergător dublu au două perioade distincte: perioada de sprijin și perioada de oscilație. La rîndul său, fiecare perioadă cuprinde cîte trei faze; astfel, perioada de sprijin are faza de amortizare, momentul verticalei și faza de impulsie, iar perioada de oscilație are oscilația posterioară (pasul posterior), momentul verticalei și oscilația anterioară (pasul anterior).

Cea mai importantă din aceste faze este impulsia, care reprezintă factorul motrice principal în alergare; ea se execută de membrul inferior la sfîrșitul perioadei de sprijin. Acțiunea motrice a membrului inferior în timpul perioadei de sprijin se compune la început (imediat după contactul cu solul) dintr-o scurtă fază de tracțiune (prin extensia unghiului bazin-coapsă), care trece apoi (după momentul verticalei) în mișcarea de impulsie, element esențial al alergării (fig. 279).

În cadrul perioadei de sprijin, centrul general de greutate al corpului nu cade pe suprafața de sprijin decît la sfîrșitul tracțiunii, fiind apoi tot timpul înaintea sprijinului. Această particularitate se traduce practic printr-o perpetuă tendință de cădere spre înainte, un dezechilibru permanent, întreținut în mod voit și accelerat, provocînd în acest fel deplasarea alergătorului (B a r n i e r). În timpul perioadei de sprijin C.G.G. descrie o traiectorie curbă cu concavitatea în sus, iar în timpul zborului o curbă cu concavitatea în jos. Extensia puternică și rapidă a piciorului de sprijin în faza de impulsie, împreună cu avîntarea creată de piciorul oscilant în faza de oscilație, anterioară, declanșează energia cinetică care acționează asupra C.G.G. al corpului și este unul din factorii principali care condiționează realizarea unei performanțe optime în alergările de viteză.

Factorul principal care asigură efortul specific în alergare este musculatura corpului. Diferite grupe musculare participă simultan sau succesiv, formînd lanțuri musculare care mobilizează lanțurile cinematice ale corpului. În principal, musculatura membrelor inferioare asigură efortul specific în alergare, pentru perioada de sprijin prin lanțul triplei extensii, iar pentru cea de oscilație, prin lanțul triplei flexii. O contribuție

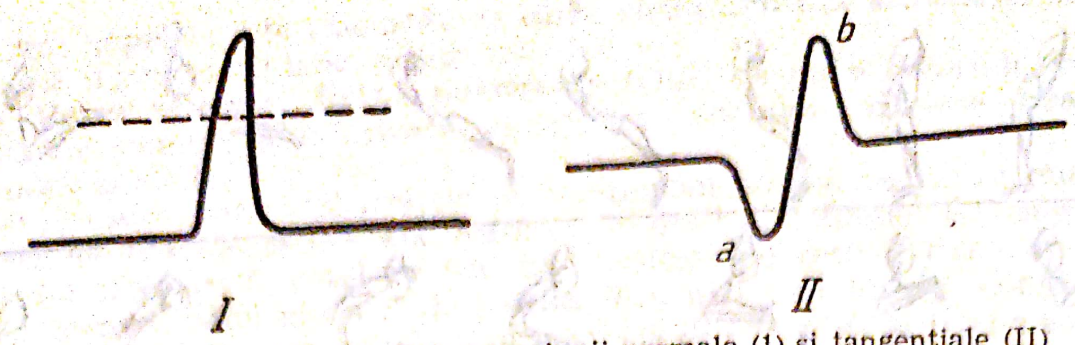


Fig. 280. Curba dinamografică a presiunii normale (I) și tangențiale (II) pe sol în alergare.

importantă o aduc și lanțurile musculare ale membrelor superioare, în primul rînd cele care basculează alternativ brațele, înainte și înapoi.

Spre deosebire de mers, unde corpul are cea mai mare înălțime în momentul verticalei piciorului de sprijin, în alergare, aceasta este atinsă la mijlocul zborului. Cu cît alergarea este mai rapidă, cu atît capul și bazinul tind să descrie o traiectorie mai rectilinie, avînd oscilații de mică amplitudine.

Oscilațiile laterale ale corpului ating maximum în timpul perioadei de sprijin; ele coincid cu înălțimea minimă a C.G.G. și cu viteza orizontală minimă a masei corpului. Persoanele cu bazinul larg și membrele inferioare scurte au, ca și femeile, dificultăți în alergare din cauza oscilațiilor laterale mari.

Mișcările de torsiune ale trunchiului și bazinului sînt mai mari în alergare decît în mers și se micșorează o dată cu creșterea vitezei. Torsiunea umerilor este inversă față de mișcările bazinului și poate ajunge pînă la 45° la mijlocul perioadei de zbor.

Membrele superioare pendulează: cu cît viteza de alergare este mai mare, cu atîta flexia de la nivelul cotului și genunchilor se accentuează. Flexia antebrațelor se produce pentru a evita apariția unor forțe de frînare care jenează alergarea. Flexia gambelor pe coapse este în unele cazuri foarte accentuată, putînd atinge chiar cu călcîiele regiunea fesieră; rolul ei este de a ușura proiecția înainte a piciorului în faza următoare.

Presiunea piciorului pe sol este accentuată la începutul fazei de amortizare, descrește apoi în momentul verticalei și crește din nou, ajungînd maximă la sfîrșitul fazei de impulsie. Presiunea normală a piciorului, (fig. 280, 281) pe sol descrie o curbă unică care depășește cu atît mai mult linia greutății corpului, cu cît viteza alergării este mai mare. Presiunea tangențială a piciorului pe sol (fig. 282) este la început negativă, ceea ce arată că la amortizare piciorul exercită o presiune în sens invers față de direcția alergării. După trecerea pe la verticală a piciorului de sprijin, curba presiunii devine pozitivă; valoarea curbei presiunii pe sol crește proporțional cu viteza alergării.

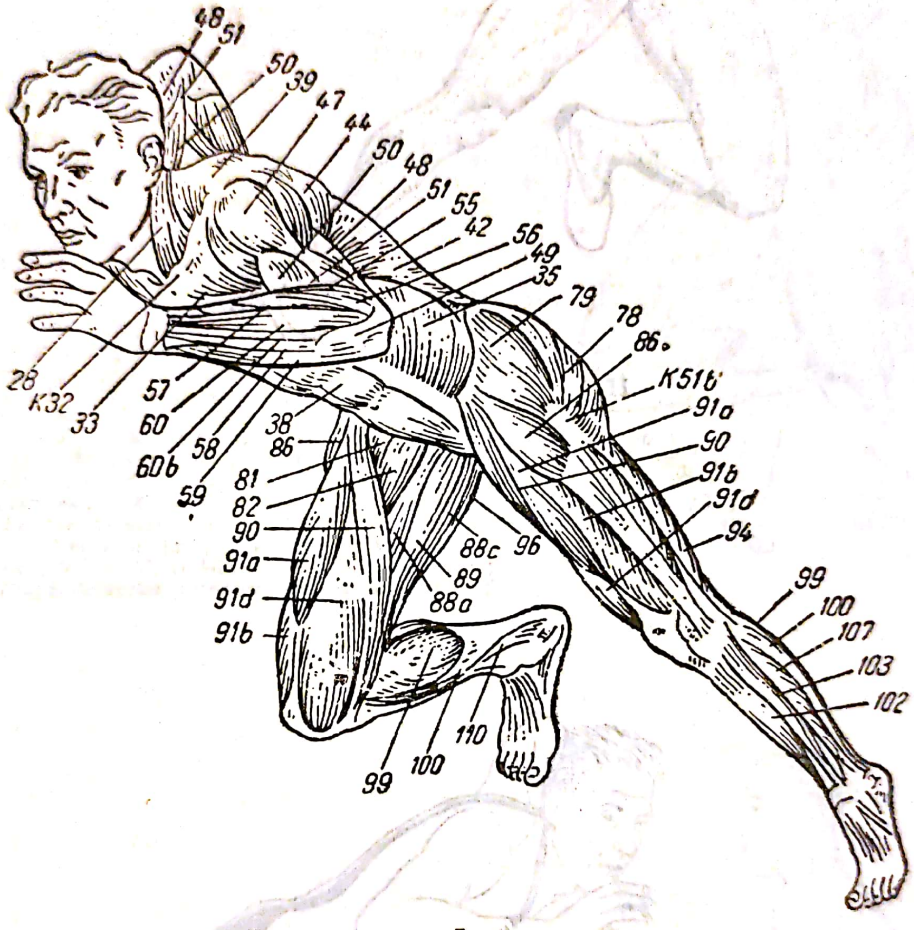
Caracteristicile pasului în alergare. În alergare, lungimea pasului crește pe măsură ce cadența se accelerează. Viteza alergării se mărește în funcție de cadență și tinde către un maxim, care este de aproximativ 10 m pe secundă.

În alergare pasul este mai lung decît în mers, iar durata sa în timp mai scurtă. Lungimea pasului în alergare nu depinde numai de depărtarea membrelor inferioare, ca la mers, ci și de spațiul parcurs în timpul

Scanned with OKEN Scanner

importantă o aduc și lanțurile musculare ale membrelor superioare, în primul rînd cele care basculează alternativ brațele, înainte și înapoi. zborului. Ea mai depinde și de lungimea labei piciorului și de derularea sa completă pe sol. Alergătorii cu talie înaltă au în alergare o mai mare lungime a pasului, la aceeași deschidere unghiulară a membrelor inferioare.

Rezistența aerului opune un obstacol serios în alergare; efectul său este micșorat prin luarea de către alergător a unei poziții înclinate înainte, care are rolul de a micșora suprafața sa frontală.



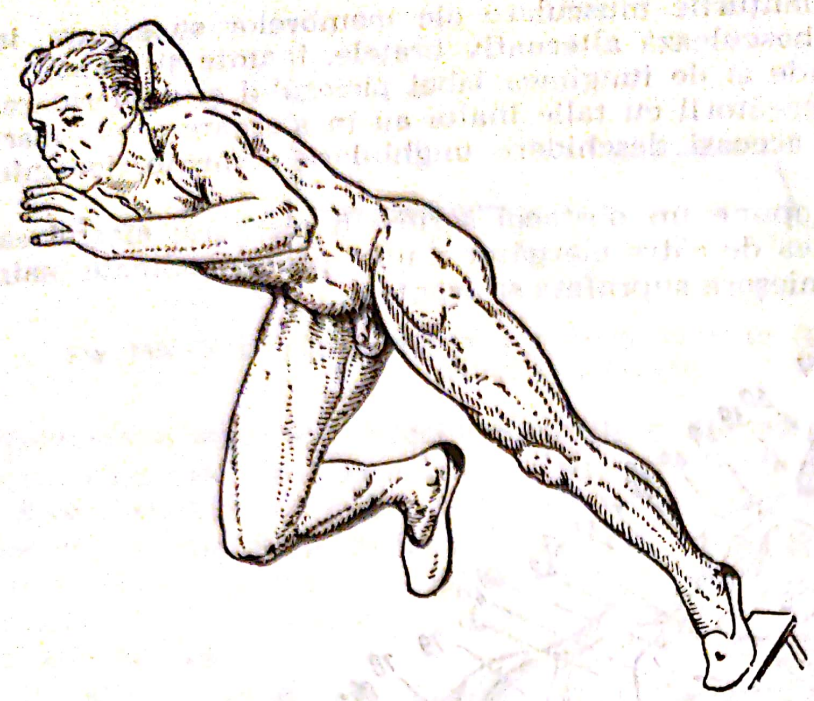
I

Fig. 281. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice în poziția de start la alergarea de viteză.

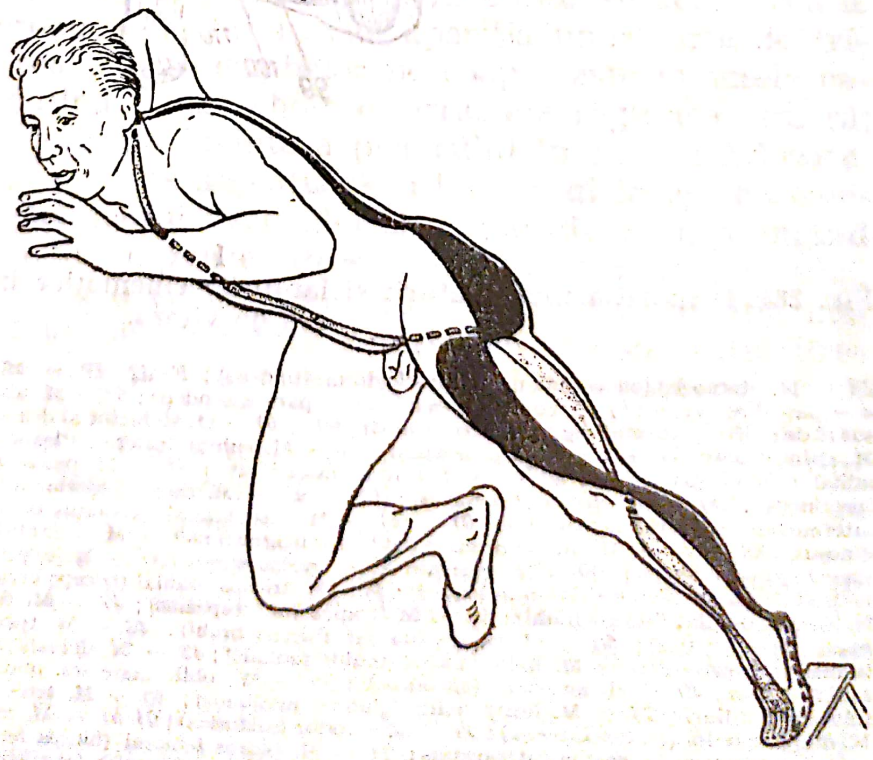
(după *K. Tittel*)

28 — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *K 32 33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a* — pars descendens; *b)* — pars transvesus; *c)* — pars ascendens; *57* — M. al doilea radial extern; *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum communis); *60 — b)* — M. abductor al degetului mic (abductor digiti cvinti); *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *86* — M. tensor al fasciei lata; *81* — M. psoas iliac (psoas iliacus); *82* — M. pectineu (pectineus); *90* — M. croitor (sartorius); *91 — a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 — d)* — M. vast intermediar — vastus intermedius; *91 — b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *88 — c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *89* — M. drept intern (gracillis); *88 — a)* — M. aductor lung (adductor longus); *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *100* — M. solear — m. triceps sure; *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *44* — M. rotundul mare (teres major); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *56* — M. prim radial extern; *49* — M. anconeu (anconeus); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *K 51 — b) 91 — a)* M. drept anterior (rectus anterius); *90* — M. croitor (sartorius); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *91 d)* — vast intermediar — vastus intermedius; *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *100* — M. solear — m. triceps sure; *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior).

Scanned with OKEN Scanner



II

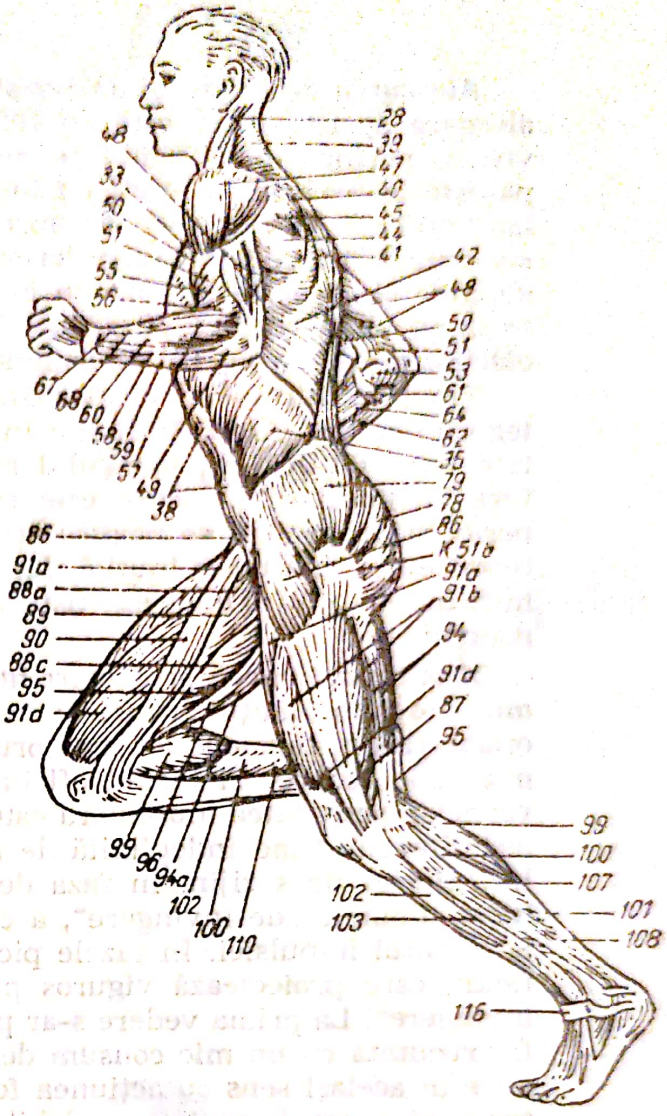


III

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 282. Dispoziția musculaturii și a lanțurilor cinematice la un alergător de fond.
după K. Tittel

48 — M. triceps brahial (triceps brahi); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *67* — M. extensor scurt al policelui (extensor policis brevis); *68* — M. abductor lung al policelui (abductor policis longus); *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum communis); *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *57* — M. al doilea radial extern; *49* — M. anconeu (anconeus); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *88 a)* — M. adductor lung (adductor longus); *89* — M. drept intern (gracillis); *90* — M. croitor (sartorius); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *94 a)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *100* — M. solear (m. triceps sure); *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitimm (ongus); *28* — M. sternocleidomastoidian (sternocleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. Rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major), *41* — M. romboid mare (romboideus major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *61* — M. palmarul mare (flexor carpi radialis); *64* — M. palmar mic (palmaris longus); *62* — M. flexor superficial al degetelor (flexor superficialis digitorum); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *K 51 b) 91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *87* — Fascia lata. *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *101* — Tendonul lui Achille; *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *116*



Alergarea de viteză și de rezistență (fig. 283). Cadența optimă pentru o alergare de rezistență este de 105—115 pași pe minut. La alergările de viteză, performanțele obținute arată că limita fiziologică a vitezei depășește la bărbați — atleți cu înaltă calificare — 10—11 m pe secundă, iar lungimea pasului este de aproximativ 4—4,5 m, depinzînd de extensia completă a membrului inferior care face impulsia. Lungimea pasului depinde și de felul în care se ia contact cu solul; astfel, cînd contactul se ia cu vîrful piciorului, pasul este mai scurt decît atunci cînd se ia cu călcîiul și are loc o derulare completă.

Tipul constituțional al alergătorilor trebuie să corespundă acestei categorii de efort. Alergătorii sînt în general de talie mijlocie, avînd o greutate între 60—70 kg; panicului adipos este slab dezvoltat, iar musculatura membrelor inferioare este relativ mai dezvoltată decît a celor superioare. În general se poate afirma că se dezvoltă mai puțin tot ceea ce reprezintă o încărcare inutilă. La membrele inferioare sînt mai dezvoltați mușchii lanțului triplei extensii, însă nu excesiv în comparație cu antagoniștii lor.

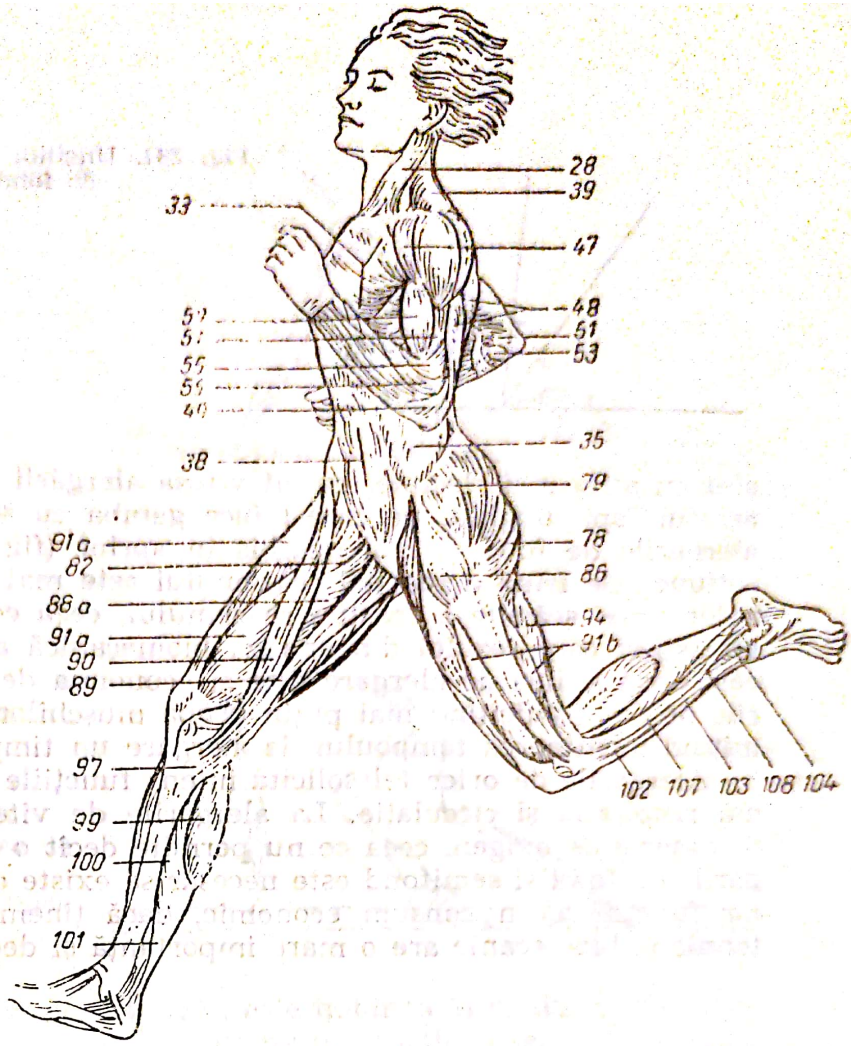
Analiza activității musculare în alergare arată că principalul efort dinamic îl depune lanțul triplei extensii. Astfel, în faza de amortizare, el se opune flexiei segmentelor membrului inferior, depunînd o activitate dinamică „de cedare" și făcînd oficiul unui resort elastic. La trecerea pe la verticală activitatea musculară este pentru un moment statică, „de fixare" (echilibrare), fiind îndeplinită de toate lanțurile antagoniste ale membrului inferior de sprijin. În faza de impulsie acționează tripla extensie cu lucru dinamic „de învingere", a cărui valoare dinamometrică crește pînă la sfîrșitul impulsiei. În fazele piciorului oscilant acționează lanțul triplei flexii, care proiectează viguros piciorul înainte, prin lucru dinamic „de învingere". La prima vedere s-ar părea că oscilația piciorului înainte poate fi executată cu un mic consum de energie, datorită faptului că ea se produce în același sens cu acțiunea forței de gravitație. O analiză mai atentă arată că acest lucru este valabil numai pentru cadențele obișnuite din mers și unele cadențe de alergare (anume acelea care se apropie ca durată de timpul necesar oscilației libere a membrului inferior, adică oproape 0,5 secunde la un ritm de 55 pași pe minut). Pentru cadențele mai rapide, care trec de 140—145 pași pe minut, durata oscilației membrului inferior liber este cu mult sub 0,5 secunde. În asemenea situații, alergătorul trebuie să ducă înainte membrul inferior oscilant într-un interval de timp mai scurt decît jumătate dintr-o oscilație liberă. Forța de gravitație ajută puțin, și pentru a învinge inerția membrului inferior este neapărat necesar să intervină un efort viguros de flexie a coapsei, a cărui valoare crește cu atît mai mult, cu cît masa membrului inferior este mai mare și viteza alergării se mărește. Iată de ce la alergătorii de viteză ambele lanțuri musculare, tripla extensie și flexie, trebuie să fie dezvoltate, lucru care nu este necesar alergătorilor de fond.

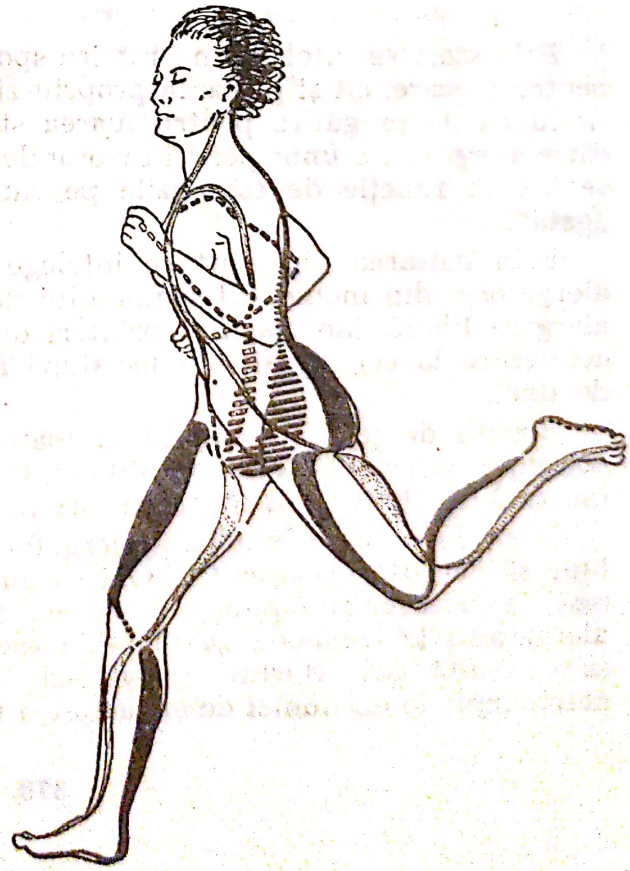
Analiza biomecanică a pasului dublu în alergarea de viteză și de rezistență mai prezintă cîteva particularități, și anume: în faza de amortizare, contactul piciorului cu solul se face în ușoară flexie plantară, pe capetele metatarsienelor și pe degete (pe pingea), flexie cu atît mai accentuată, cu cît viteza de alergare este mai mare. La alergarea de fond, contactul se ia cu toată planta. Articulațiile genunchilor și coxo-femurale

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 283. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice în cazul unei alergări de viteză.

3 — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; c) pars ascendens; *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *49* — M. anconeu (anconeus); *38 a)* — M. adductor longus); *91 a)* — M. drept anterior) (rectus anterius); *90* — croitor (sartorius); *89* — M. drept intern (gracillis); *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille; *29* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus mediu-us); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *102* — M. tibial auterior (tibialis anterior); *107* — M. lung peronier (peroneus lon-us); 103 — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *104* — M. extensor scurt al degetelor (extensor digitorum brevis).





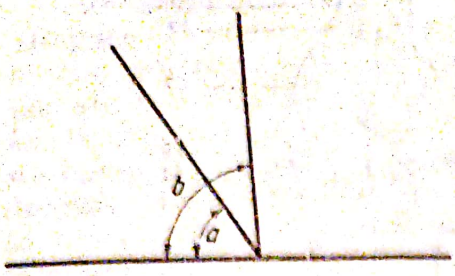


Fig. 284. Unghiul de amortizare în alergarea de fond (a) și de viteză (b).

sînt cu atîta mai flectate, cu cît viteza alergării este mai mare. Datorită acestui fapt, unghiul pe care-l face gamba cu solul este mai ascuțit în alergările de fond și mai deschis în sprint (fig. 284). Ca o consecință, acțiunea de frînă a reacției reazemului este mai mică în sprint, datorită valorii mai scăzute a reacției reazemului, ceea ce favorizează viteza. Un alt aspect care rezultă din analiza biomecanică a fazei de amortizare în cele două stiluri de alergare este și economia de efort muscular, alergările de fond solicitînd mai puțin grupa mușchilor flexori plantari și permițînd menținerea tempoului de alergare un timp mai îndelungat.

Alergările de orice fel solicită intens funcțiile vegetative, mai cu seamă respirația și circulația. La alergările de viteză organismul lucrează în datorie de oxigen, ceea ce nu permite decît o durată limitată; la alergările de fond și semifond este necesar să existe o bună adaptare a marilor funcții la un consum economic, dacă ținem seama că orice factor tehnic și biomecanic are o mare importanță și deci nu trebuie neglijat.

ELEMENTE DE BIOMECANICĂ ÎN STARTUL DE VITEZĂ

Prin start se înțelege în practica sportivă atît pregătirea alergătorului pentru plecare, cît și plecarea propriu-zisă, denumită „lansarea din start". Acțiunea de pregătire pentru luarea startului se referă la adoptarea de către alergători a unor poziții favorabile în vederea plecării. Aceste poziții se iau în funcție de comenzile pe care le dă starterul: „pe locuri" și „gata".

Prin lansarea din start se înțelege activitatea pe care o desfășoară alergătorul din momentul semnalului de plecare și pînă cînd ajunge la o alergare liberă, lansată. La sprinteri de valoare, trecerea de la pasul de accelerare la cel lansat, are loc după aproximativ 25—35 m de la linia de start.

Startul de jos se folosește în toate alergările de viteză, inclusiv pe 400 m, deoarece el oferă posibilitatea cea mai rațională de a obține viteza maximă de alergare în cel mai scurt timp, pornind dintr-o poziție statică.

Pozițiile pe care le adoptă alergătorul de viteză la startul de jos trebuie să permită plasarea C.G.G. în zona cea mai favorabilă pentru acțiunea de lansare. Din punct de vedere biomecanic, poziția pe care o are alergătorul la comanda „gata" este esențială (fig. 285, 286). Nu trebuie să se omită că startul propriu-zis, adică viteza de lansare din start, depinde nu numai de eficacitatea tehnicii, ci în primul rînd de capa-

Scanned with OKEN Scanner

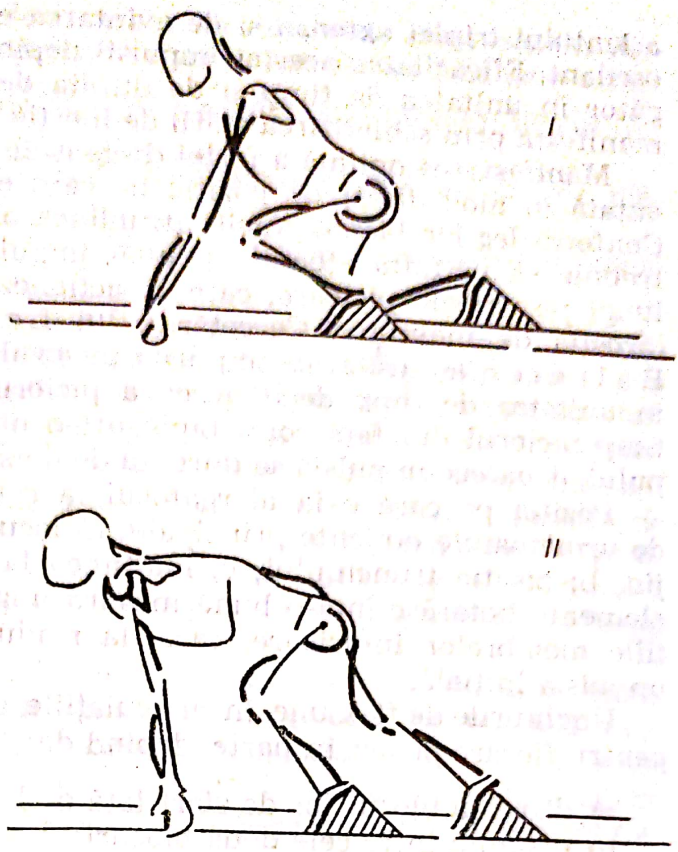


Fig. 285. Startul la alergarea de viteză:
I — Poziția „pe locuri"; *II* — Poziția „gata".

citatea motrică a alergătorului. Aceasta este hotărîtă la rîndul ei de nivelul de dezvoltare a calităților fizice — viteza de reacție, viteza de execuție, forța în regim de viteză, înalta coordonare nervoasă etc. și de factori psihici, cum sînt capacitatea de concentrare, adaptarea la tensiunea specifică a stării de start, tipul de activitate nervoasă superioară etc. Tehnica startului de jos este influențată în mod hotărîtor de nivelul la care se prezintă acest complex de calități fizice și psihice.

Lansarea din start reprezintă un efort total, exploziv, care cere o acțiune simultană a grupelor și lanțurilor musculare respective. Impulsul inițial pe care îl primește C.G.G. al corpului este dat de contracția bruscă

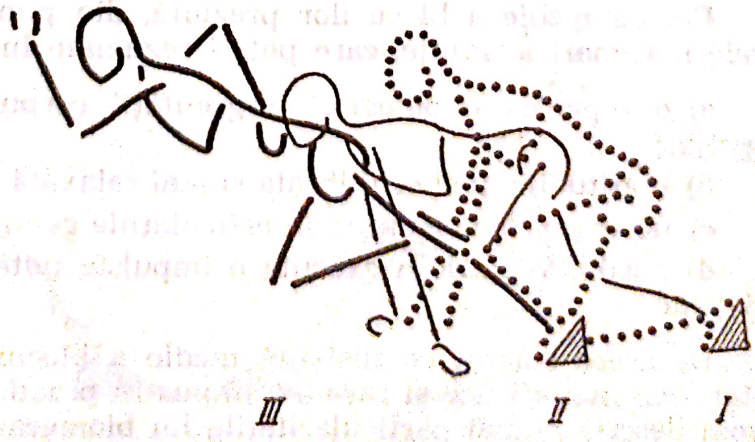


Fig. 286. Fazele succesive ale startului în alergarea de viteză. I — poziția pe locuri; II — poziția „fiți gata"; III — plecarea din start.

a lanțului triplei extensii și de avîntarea energică a brațelor și piciorului oscilant. Eficacitatea acestei impulsii depinde de forța dezvoltată de alergător în unitatea de timp și de durata de acțiune a acestei forțe. Ea se manifestă prin schimbarea stării de inerție a corpului.

Manifestarea optimă a forței declanșate de alergător la start este influențată în mod direct de poziția pe care el o adoptă la comanda „gata". Conform legilor biomecanicii, atitudinea alergătorului la comanda „gata" trebuie să permită efectuarea unei impulsii inițiale puternice și relativ lungi pe ambele picioare, care să acționeze asupra C.G.G. al corpului în direcția de înaintare. Cercetările lui Lewillie, Kistler, Henry, Balreich au arătat că impulsia piciorului din spate este mai puternică în unitatea de timp decît aceea a piciorului din față, dar că în același timp piciorul din față contribuie într-o măsură dublă la accelerarea corpului, deoarece impulsia sa durează de două ori mai mult.

Poziția pe care o ia alergătorul la comanda „gata" este determinată de următoarele elmente principale: a) locul de fixare a punctelor de sprijin; b) poziția trunchiului; c) înălțimea la care este fixat bazinul. Aceste elemente hotărăsc într-o bună măsură unghiurile de flexiune în articulațiile membrelor inferioare, care, la rîndul lor, joacă un rol esențial în impulsia inițială.

Unghiurile de flexiune în articulațiile genunchiului, șoldului și gleznei, pentru fiecare picior, în parte, depind de:

a) distanța blocurilor de start față de linia de plecare;
b) distanța între cele două blocuri;
c) înălțimea la care este ridicat și fixat bazinul;
d) înclinația pereților de sprijin ai blocurilor.

Alergătorul va trebui să găsească, pe baza experimentărilor sale practice, locul cel mai favorabil de fixare a blocurilor și poziția de ridicare a bazinului la comanda „gata", care să-i permită obținerea unghiurilor motoare optime în articulațiile membrelor inferioare.

În tehnica startului de jos au fost cunoscute și perfecționate 3 forme principale de start: startul depărtat, startul mediu și startul apropiat. Aceste denumiri au rezultat din distanța între cele două blocuri de start. În metodica modernă s-a impus din ce în ce mai mult startul mediu. Experiența practică arată că este recomandabil să se folosească această formă de start în metodica învățării și antrenamentului.

Poziția medie a blocurilor prezintă, din punct de vedere biomecanic, cele mai mari avantaje, care pot fi rezumate în următoarele elemente:

a) o repartizare omogenă a greutății corpului pe cele 4 puncte de sprijin;

b) o atitudine mai echilibrată și mai relaxată a corpului;

c) un unghi motor optim în articulațiile genunchilor;

d) posibilitatea de a executa o impulsie puternică sub un unghi relativ mic.

Deoarece startul cu distanță medie a blocurilor reprezintă forma de start cea mai eficace și care s-a impus în practica alergătorilor de viteză, vom descrie numai particularitățile lui biomecanice.

Scanned with OKEN Scanner

După Tony Nett, locul de fixare a blocurilor de start pentru distanța medie (startul mediu) se prezintă astfel: blocul din față este situat la $1\frac{1}{2} - 1_3$ lungimi de talpă de linia de start (42—50 cm); blocul din spate la $2\frac{3}{4}$ ş — $\frac{1}{3}$ lungimi de talpă de această linie (75—95 cm); distanța între cele două blocuri fiind de $1\frac{1}{4} - 1\frac{1}{2}$ lungimi de talpă (35—42 cm).

Această poziție a blocurilor, cît și o ridicare corespunzătoare a bazinului permit să se obțină următoarele unghiuri de flexie în articulațiile genunchilor: la piciorul din spate 120—140°, iar la piciorul din față 80—90°. Aceste valori sînt considerate de majoritatea autorilor ca cele mai favorabile. Cercetările lui Lundgreen au indicat pentru piciorul din spate un unghi de 120—130°, dar această valoare poate oscila în funcție de proporțiile segmentelor alergătorului respectiv. Tot Lundgreen recomandă un unghi de 120—130° pentru alergătorii mai scunzi și cu o musculatură globuloasă și 130—140° pentru alergătorii cu segmente mai lungi și cu o musculatură alungită.

Ținînd seama de considerentele de mai sus, reiese că distanța între linia de plecare și blocul din spate nu poate fi aceeași pentru toți alergătorii, ea fiind determinată de lungimea trunchiului și a membrelor inferioare ale individului. Toți cercetătorii sînt de acord că unghiul optim de lucru (unghiul motor) în articulația genunchilor este stabil pentru fiecare alergător în parte.

Startul cu distanța medie a blocurilor permite ca, în momentul terminării impulsiei pe ambele picioare, atunci cînd piciorul din spate încetează să mai acționeze pe peretele blocului, piciorul din față să ajungă la unghiul optim de la 120—140° (Bartusek).

Un alt factor hotărîtor pentru eficacitatea lansării din start este unghiul de impulsie, adică unghiul pe care-l face direcția impulsiei finale cu suprafața solului (fig. 287). În practică acest unghi este exprimat de înclinarea alergătorului în momentul țîșnirii din start. Din punct de

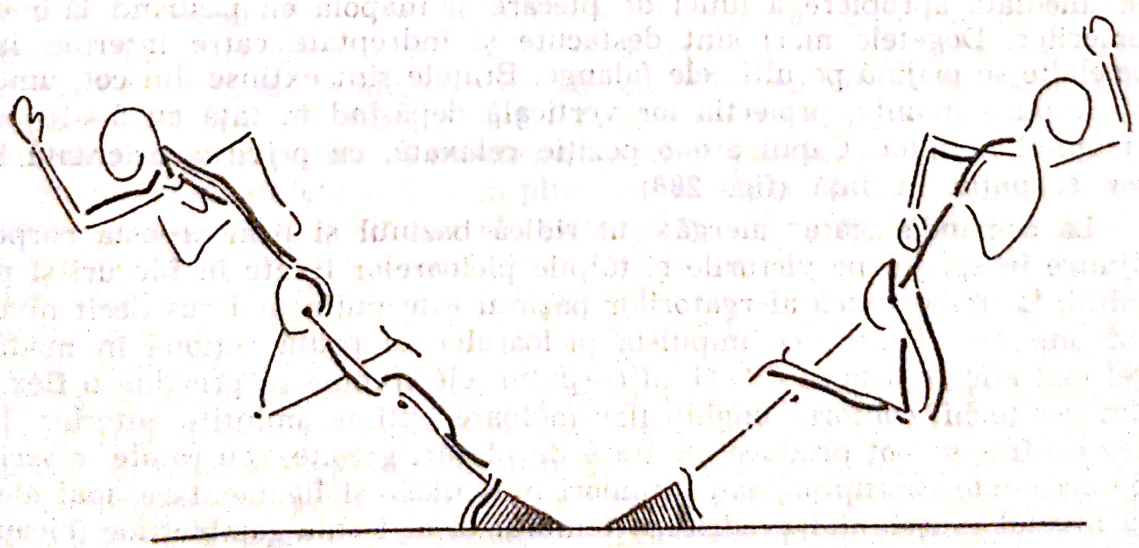


Fig. 287. Lanțurile musculare care asigură startul în alergarea de viteză.

Scanned with OKEN Scanner

vedere biomecanic se cere ca unghiul de impulsie să fie cît mai mic posibil. Realizarea impulsiei sub un unghi relativ mic depinde de viteza de execuţie a alergătorului şi de forţa musculaturii membrelor sale inferioare. Acest unghi poate să fie mic în cazul cînd forţa de impulsie este mare; la o forţă mai redusă a piciorului din faţă unghiul de impulsie trebuie să fie mai mare. În situaţia cînd alergătorul vrea să pornească sub un unghi de impulsie mic, fără să aibă o forţă corespunzătoare, rezultatul va fi o prăbuşire pe primul pas, o „îngropare" şi o plecare greoaie. Cu cît unghiul de impulsie este mai mic, cu atît alergătorul trebuie să dispună de mai multă forţă şi viteză. Forţa dezvoltată care influenţează unghiul de impulsie este produsă la început de extensia viguroasă a ambelor membre inferioare şi continuată apoi de extensia completă a piciorului din faţă.

Mai trebuie luate în considerare şi unghiurile de înclinare a peretelui de sprijin al blocurilor. O importanţă deosebită o are înclinarea blocului din faţă, deoarece aceasta contribuie la obţinerea unui unghi de impulsie optim. Un unghi prea ascuţit al peretelui de sprijin dă naştere unei împingeri în înălţime, pe cînd un unghi de 90° (perete prea abrupt), scurtează primul pas şi dă naştere la prăbuşirea în faţă şi plecare greoaie. Înclinarea blocurilor se stabileşte în practică ea fiind legată de forţa şi viteza alergătorului. Cu cît potenţialul de start al alergătorului este mai mare, cu atît pereţii blocurilor pot fi mai abrupţi. Practica a stabilit înclinaţiile cele mai favorabile ale blocurilor. Majoritatea specialiştilor recomandă următoarele unghiuri de înclinaţie; pentru blocul din faţă 45—55°, iar pentru cel din spate 70—80°.

Pentru a ajunge în poziţia cea mai bună la comanda „gata", alergătorul trebuie să se stabilească într-o poziţie favorabilă prealabilă încă de la prima comandă „pe locuri". Poziţia pe care o ia alergătorul la comanda „pe locuri" nu are o legătură directă cu plecarea propriu-zisă. Ea reprezintă o poziţie pregătitoare, care permite luarea celei mai raţionale poziţii la comanda „gata". Tălpile picioarelor se sprijină puternic pe pereţii blocurilor şi sînt în contact cu pista numai cu vîrfurile. Genunchiul piciorului din spate se sprijină pe pistă, ca şi mîinile care se pun în imediata apropiere a liniei de plecare şi înapoia ei, păstrînd lăţimea umerilor. Degetele mari sînt desfăcute şi îndreptate către interior, iar celelalte se prijină pe ultimele falange. Braţele sînt extinse din cot, umerii împinşi înainte, proiecţia lor verticală depăşind în faţă cu 5—10 cm sprijinul mîinilor. Capul are o poziţie relaxată, cu privirea orientată în jos şi puţin în faţă (fig. 288).

La comanda „gata" alergătorul ridică bazinul şi prin aceasta corpul ajunge în sprijin pe vîrfurile şi tălpile picioarelor fixate în blocuri şi pe mîini. La majoritatea alergătorilor bazinul este puţin mai sus decît nivelul umerilor. Pentru ca impulsia picioarelor să poată acţiona în modul cel mai eficace asupra C.G.G. al corpului, ele trebuie să prezinte o flexie din genunchi, conform unghiurilor motoare optime amintite anterior. În caz contrar se pot produce, în afară de plecări greşite, sau ratate, o serie de accidente ca rupturi sau întinderi musculare şi ligamentare, mai ales la nivelul muşchiului cvadriceps femural şi al ischio-gambierilor (bicepsul femural, semitendinosul şi semimembranosul).

Scanned with OKEN Scanner

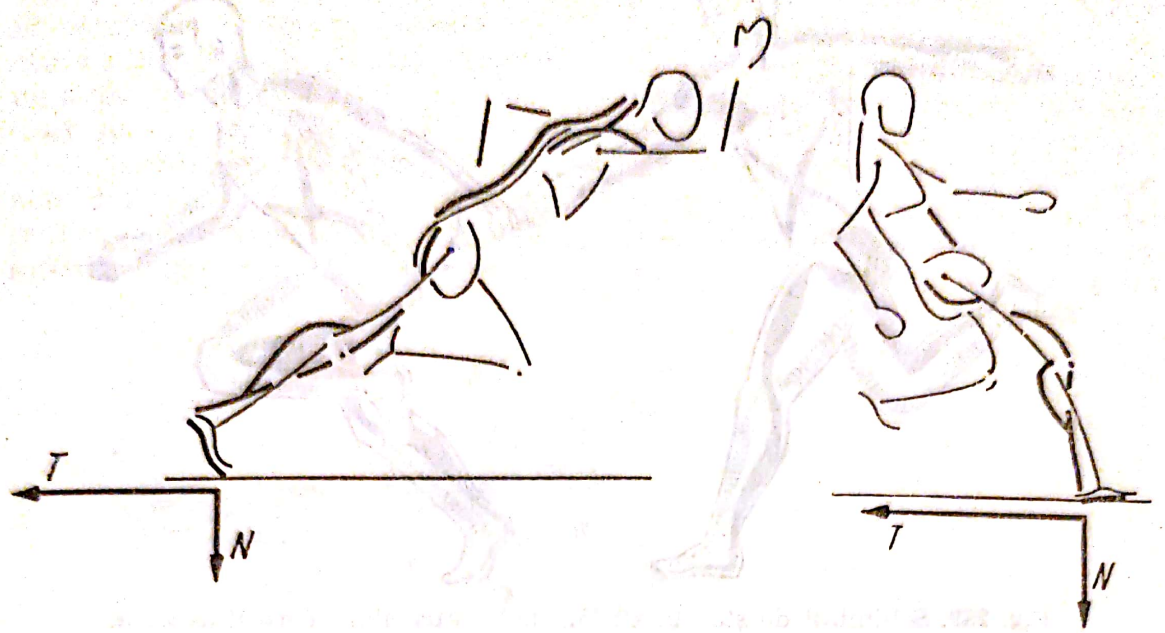


Fig. 288. Alergare: lanţurile musculare care asigură startul şi oprirea N = presiunea normală; T = presiunea tangenţială.

La semnalul de plecare — focul de pistol — atletul trebuie să reacţioneze imediat printr-un efort brusc de impulsie. Un rol esenţial îl joacă aici „timpul de reacţie", adică timpul care se scurge de la perceperea semnalului de plecare şi pînă la începerea mişcării, care de regulă durează aproximativ 0,12—0,18 s.

Observaţiile au arătat că mîinile se desprind primele de pe sol. Concomitent cu ridicarea mîinilor, picioarele execută o împingere puternică în blocuri. În continuare, piciorul din spate se desprinde de bloc, fiind dus energic înainte. Piciorul din faţă continuă în acest timp impulsia pînă la extinderea sa completă. Extensia piciorului din faţă este însoţită de oscilaţia energică a piciorului liber şi a braţelor. După impulsie, piciorul oscilant se duce rapid spre sol şi ia contact cu acesta înapoia proiecţiei C.G.G. Paşii următori cresc progresiv ca amplitudine şi frecvenţă.

Poziţia trunchiului este de înclinare pronunţată pe prima porţiune a lansării din start, pentru ca apoi ea să se apropie din ce în ce mai mult de poziţia normală de alergare o dată cu mărimea vitezei de deplasare. După 25—35 m de la start, o dată cu obţinerea unei viteze ridicate alergătorul ajunge la poziţia şi mişcările specifice pasului de viteză lansat.

Schimbul de ştafetă se face în plină viteză şi cere o cît mai bună coordonare a mişcărilor celor doi alergători (fig. 289). Sportivul cu ştafeta face o mişcare de anteducţie a membrului superior care ţine ştafeta, în timp ce coechipierul care o preia execută o retroducţie scapuloumerală pentru a o primi. Momentul predării şi primirii ştafetei întrerupe mişcările membrului superior şi ale umerilor o scurtă perioadă de timp. Poziţia braţelor întinse în acest moment reprezintă un cîştig de spaţiu, dar în acelaşi timp provoacă o perturbare a ritmului alergării, care duce deseori la o uşoară pierdere de viteză. O întindere a braţelor executată prea devreme sau prea tîrziu — care înseamnă o greşită coordonare în mişcările de transmitere a ştafetei — provoacă un schimb nesigur care aduce după sine o pierdere de viteză. Pentru a nu frîna viteza în cadrul

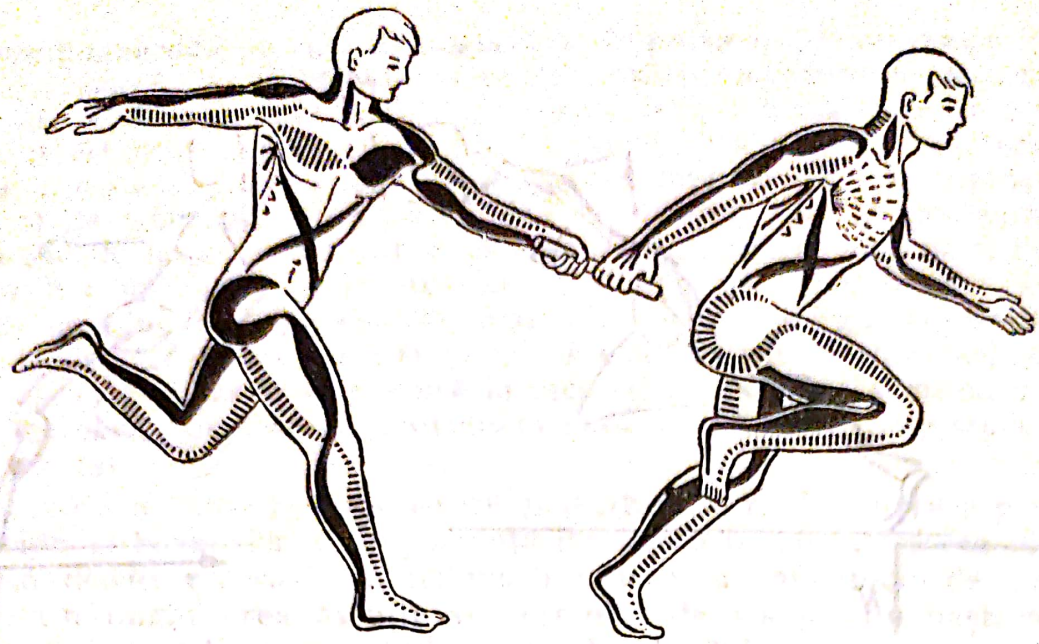


Fig. 289. Schimbul de ștafetă cu lanțurile musculare care îl asigură.

alergării cu schimb de ștafetă este necesară deci o bună coordonare a mișcărilor executate de către ambii alergători în momentul predării-primirii ștafetei.

Alergarea peste garduri include pe parcursul ei o serie de treceri succesive peste garduri. Specific din punct de vedere biomecanic este efortul dinamic al grupelor și lanțurilor musculare care efectuează pasul de trecere peste gard.

Ridicarea C.G.G. al corpului este asigurată în primul rînd de forța de contracție a piciorului de impulsie, apoi de forța de avîntare a piciorului de atac și de oscilarea activă a brațelor. La membrul inferior care execută impulsia acționează lanțul muscular al triplei extensii printr-o con-

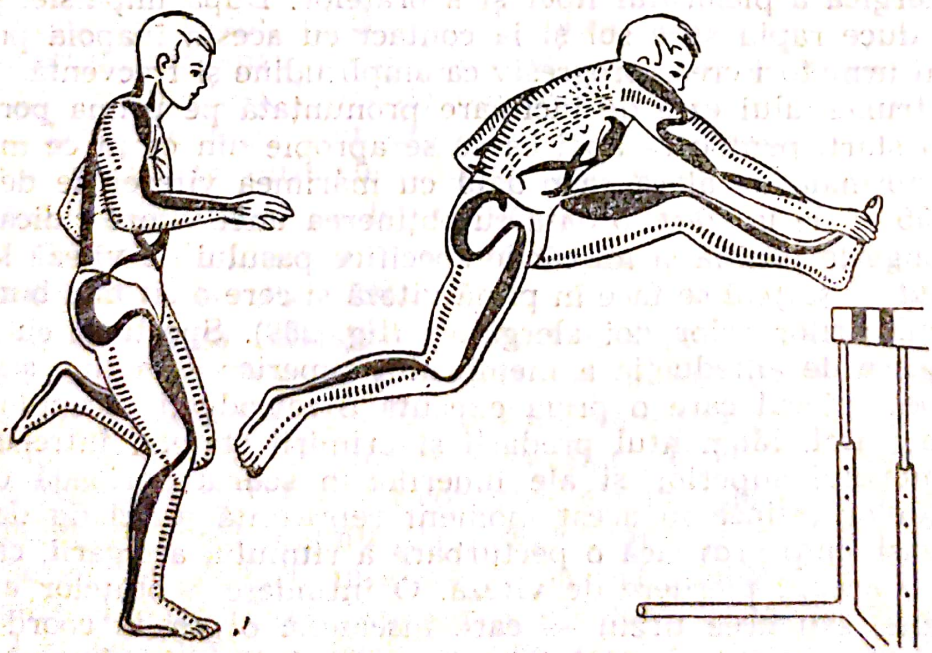


Fig. 290. Alergarea peste garduri cu lanțurile musculare care o asigură.

Scanned with OKEN Scanner

tracţie puternică „de învingere“, care proiectează înainte şi în sus C.G.G. al corpului; acesta efectuează o traiectorie „razantă“, peste gard, ca urmare a compunerii vitezei orizontale a alergării cu viteza uşor ascensională dată de impulsie. În condiţiile unei tehnici corespunzătoare, înălţimea maximă a traiectoriei C.G.G. trebuie să se realizeze deasupra gardului.

În momentul atacării gardului, la membrul inferior care execută acest atac acţionează grupa flexorilor coapsei pe bazin, care asigură printr-o puternică contracţie dinamică „de învingere“ ridicarea întregului membru inferior (fig. 290, 291). Pentru ca această flexie să fie maximă, atacul

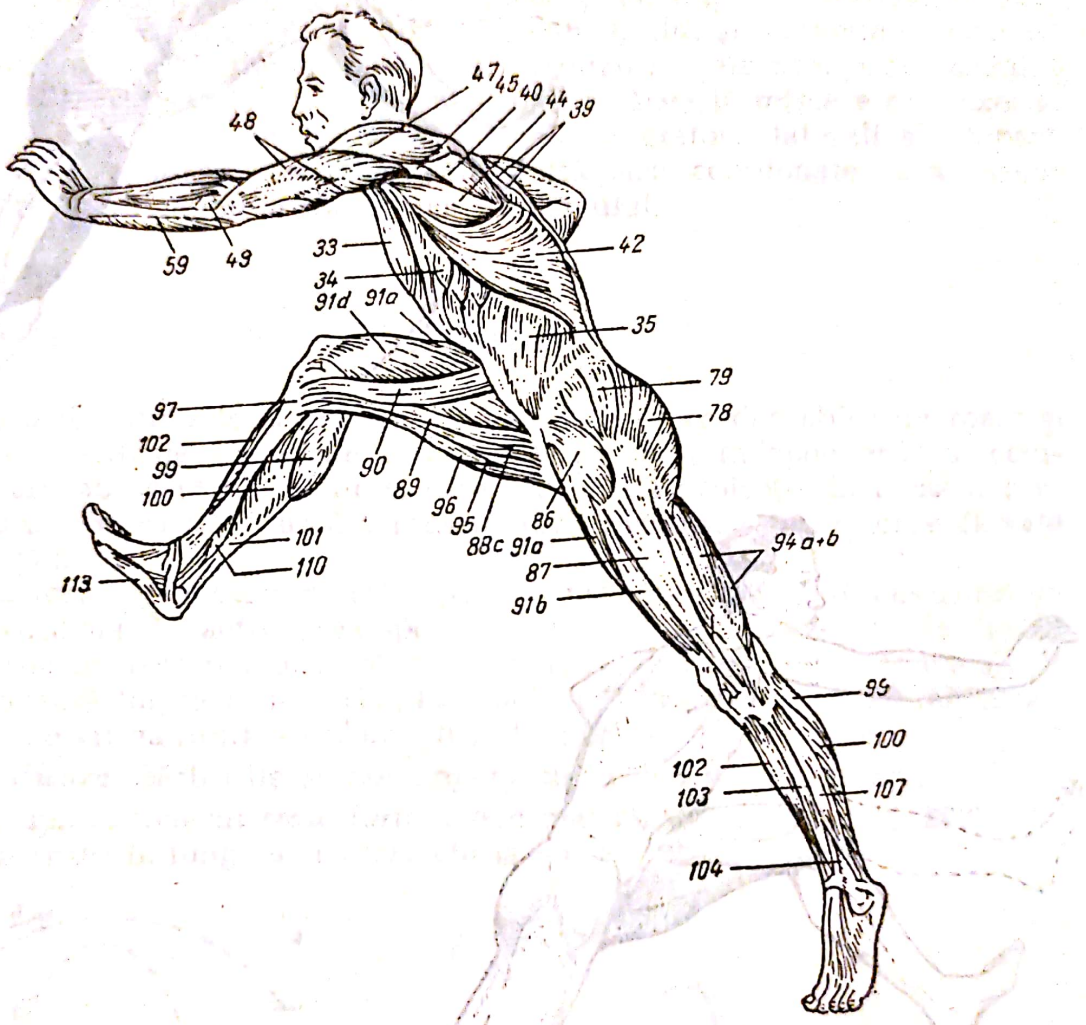


Fig. 291. Dispoziţia musculaturii şi lanţurile musculare la un alergător în cursa cu obstacole. (după K. Tittel)

48 — M. triceps brahial (triceps brahi); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *49* — M. anconeu (anconeus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transvesus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dinţat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *91 d)* — M. vast intermediar — vastus intermedius; *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *100* — M. solear — m. triceps sure; *113* — M. abductor al halucelui (abductor hallucis); *101* — Tendonul lui Achille; *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *90* — M. croitor (sartorius); *89* — M. drept intern (gracillis); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *87* — Fascia lata; *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *101* — M. extensor scurt al degetelor (extensor digitorum brevis); *47* — M. deltoid (deltoideus); *45* — M. Rotundul mic (teres minor); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *39* — M. trapez (m. trapezius); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *91 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *107* — M. lung peronier (peroneus longus).

Scanned with OKEN Scanner

II

III

Scanned with OKEN Scanner

gardului se execută la început cu genunchiul îndoit, iar bazinul efectuează o înclinare dorsală care contribuie la o ridicare maximă a coapsei piciorului de atac. În continuare, articulația genunchiului se extinde printr-o pendulare activă a gambei înainte, realizată de cvadricepsul femural. De remarcat că o extensie completă nu este posibilă din cauza frînei pe care o reprezintă mușchii posteriori ai coapsei, care „cedează" atît cît le permite elasticitatea lor. La începători acesta este unul din motivele pentru care genunchiul piciorului de atac este insuficient extins, provocînd dărîmarea gardului cu călcîiul.

În momentul trecerii peste gard piciorul de impulsie trebuie să execute o mișcare combinată de flexie a genunchiului și abducție accentuată a coapsei urmată de flexia ei pe bazin, pentru a evita atingerea gardului și a realiza trecerea piciorului peste stinghie. Această mișcare este executată de lanțul triplei flexii, de abductorii și rotatorii laterali ai coapsei. Membrele superioare execută mișcări ajutătoare, coordonate cu ale celor inferioare, contribuind la asigurarea echilibrului.

SĂRITURILE

Săriturile sînt mișcări locomotorii aciclice; spre deosebire de mers și alergare, săriturile constituie o activitate motrică independentă și completă, care nu se repetă ciclic și care reprezintă proiecția în masă a corpului prin contracția bruscă a musculaturii membrelor inferioare flexate în prealabil.

Caracteristic la sărituri este „zborul prelungit", corpul descriind în aer o parabolă. În activitatea sportivă săritura se folosește ori de cîte ori este vorba de trecerea unui obstacol. Forma și dimensiunile obstacolului condiționează forma traiectoriei, iar curba pe care o descrie corpul în aer depinde de viteza inițială a zborului și de unghiul de desprindere.

Clasificare. Săriturile se pot împărți după mai multe criterii.

a) După *caracterul traiectoriei* avem mai multe sărituri (fig. 292):

— sărituri în lungime, cu traiectoria joasă;

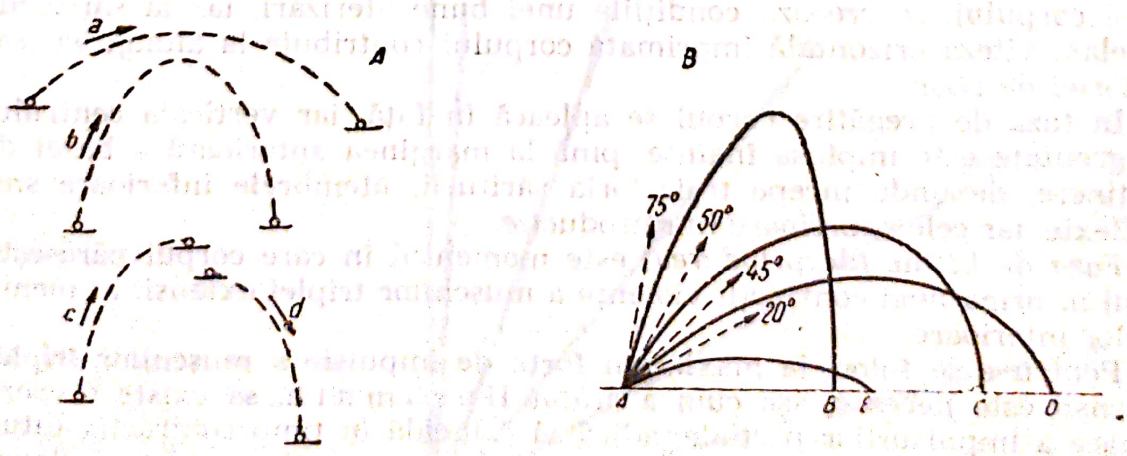


Fig. 292. A — Traiectoria diferitelor feluri de sărituri.
a) — în lungime; *b)* — în înălțime; *c)* — pe înălțime; *d)* — în adîncime.
B — Unghiul de desprindere în sărituri.

Scanned with OKEN Scanner

— sărituri în înălțime, cu traiectoria înaltă;
— sărituri pe înălțime (pe un obstacol), cînd traiectoria are numai o parte ascendentă;
— săritura înadîncime (de pe un obstacol), cînd traiectoria are numai partea descendentă;
— sărituri combinate.

b) După *acțiunea aparatului* motrice și a forțelor externe avem:
— sărituri simple, efectuate numai de către forța musculară care împinge corpul de pe o bază de sprijin; exemplu: săritura în lungime și înălțime;
— sărituri mixte sau cu sprijin, unde traiectoria corpului după desprinderea de sol este modificată de un sprijin oarecare; exemple: săritura cu prăjina, săritura la cal etc.

Analiza biomecanică a săriturilor

Toate săriturile se efectuează cu elan sau fără. În săriturile cu elan la forța de impulsie a musculaturii se adaugă și viteza orizontală imprimată corpului de elan.

Săriturile au patru faze de desfășurare: pregătirea, desprinderea (bătaia, zborul și aterizarea. Aceste faze sînt indisolubil legate și de condiționează reciproc; fiecare fază însă are particularitățile sale.

Faza de pregătire se compune din mișcări pregătitoare ale corpului, care pot fi de avîntare sau alergare (elanul).

La săriturile de pe loc, fără elan, pregătirea constă în mișcări de avîntare, adică de coborîrea C.G.G. prin tripla flexie a membrelor inferioare și punerea în tensiune a mușchilor triplei extensii.

La săriturile cu elan, pregătirea se face prin alergare, care imprimă corpului o viteză orizontală.

În ambele cazuri, faza pregătitoare creează condiții favorabile pentru efectuarea celei următoare. Astfel, la săritura fără elan, punerea în tensiune a mușchilor triplei extensii la membrele inferioare creează condiții favorabile pentru impulsie. La săritura în adîncime, prin micșorarea înălțimii corpului, se creează condițiile unei bune aterizări, iar la săriturile cu elan, viteza orizontală imprimată corpului contribuie la alungirea traiectoriei de zbor.

În faza de pregătire corpul se apleacă în față, iar verticala centrului de greutate este împinsă înainte, pînă la marginea anterioară a bazei de susținere, de unde începe traiectoria săriturii. Membrele inferioare sînt în flexie, iar cele superioare în retroducție.

Faza de bătaie (desprinderea) este momentul în care corpul părăsește solul în urma unei contracții violente a mușchilor triplei extensii ai membrelor inferioare.

Pentru a se folosi la maximum forța de impulsie a mușchilor triplei extensii este necesar, așa cum a arătat H o c h m u t h, să existe o coordonare a impulsurilor parțiale, adică să coincidă în timp contracția tuturor grupelor musculare care fac extensia coapsei, genunchiului și flexia plantară; în caz contrar, la nivelul pîrghiilor formate de coapsă, gamba sau laba piciorului vor apare forțe de frînare, pentru învingerea cărora

Scanned with OKEN Scanner

se va cheltui o parte din forţa de contracţie a muşchilor care produc impulsia.

La săritura în lungime, traiectoria va fi cu atît mai lîngă cu cît ea se va apropia practic de înclinaţia de 45° faţă de sol (fig. 292). Ori de cîte ori traiectoria se va începe sub un unghi mai mare de 45°, lungimea ei va fi mai scurtă. Pe măsură ce va creşte unghiul de înclinaţie, ea se va scurta, ajungînd la zero cînd desprinderea se va face la 90°, corpul executînd o săritură verticală şi revenind apoi la sol pe pocul iniţial.

Se poate deduce teoretic că valoarea optimă a unghiului traiectoriei în cazul săriturii în lungime este de 45°, iar pentru săritura în înălţime — de 90°; în practică însă acest lucru este irealizabil.

La săritura în lungime fără elan, impulsia se efectuează cu ambele picioare, iar la săriturile cu elan pe un siungur picior: la săriturile cu elan peste aparate de gimnastică sau alte sărituri (în apă), impulsia se face, de asemenea, pe ambele picioare.

La săriturile fără elan, viteza iniţială a zborului este determinată numai de contracţia musculară, pe cînd la săriturile cu elan viteza iniţială se compune din viteza orizontală a elanului, la care se adaugă impulsul contracţiei musculare. În al doilea caz, traiectoria va fi rezultanta acestor două forţe care acţionează asupra corpului.

Forţa de contracţie a musculaturii — cînd acţionează singură — imprimă corpului o traiectorie care formează cu orizontala un *unghi de impulsie*. Forţa de impulsie imprimată de elan (alergare) determină corpului o deplasare orizontală, a cărei viteză creşte, cu cît viteza elanului este mai mare (fig. 293).

La săriturile cu elan, direcţia traiectoriei face cu orizontala un unghi numit *unghi de desprindere* avînd ca valoare rezultanta acestor două forţe ce acţionează asupra corpului. Unghiul de desprindere (de lansare) este totdeauna mai mic decît unghiul de impulsie a musculaturii; valoarea sa rezultă din interacţiunea celor două forţe care acţionează asupra corpului. El va fi cu atît mai mare, cu cît viteza dată de forţa de impulsie a musculaturii este mai mare decît viteza imprimată de forţa elanului.

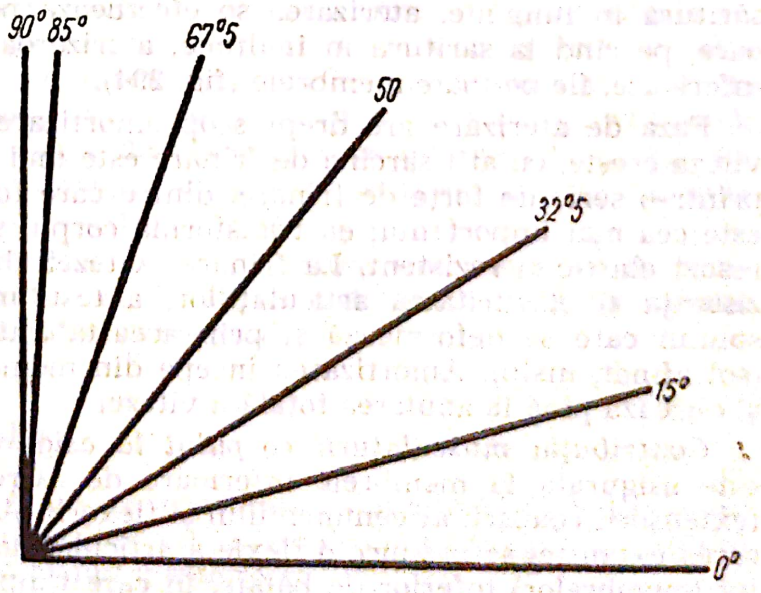


Fig. 293. Unghiul de impulsie în diferite categorii de sărituri.

85° — Săritura de pe loc; 67°,5 — Săritura în înălţime; 50° — Sărituri mixte în lungime şi pe înălţime; 32°,5 — Săritura în lungime; 15° — Sărituri razante.

Scanned with OKEN Scanner

De aceea, la săriturile de pe loc, unghiul de desprindere este egal cu unghiul de impulsie, pe cînd la săriturile cu elan el este cu atît mai mic, cu cît viteza elanului este mai mare. În practică s-a constatat că la săriturile în lungime de pe loc, unghiul de desprindere se apropie de 45° iar la săriturile cu elan, el se micșorează, de obicei nedepășind 20—30°.

La săritura în înălțime, unghiul de desprindere depășește 45°, întrucît efortul muscular este foarte puternic și condiționează obținerea performanțelor înalte; viteza elanului contribuie în mai mică măsură la realizarea acestor sărituri.

Faza de zbor reprezintă traiectoria în aer a corpului; ea începe din momentul desprinderii de la sol și durează pînă la aterizare. Corpul descrie o traiectorie curbă, care în prima parte este ascendentă, avînd o viteză uniform încetinită, iar în a doua parte este descendentă, cu o viteză uniform accelerată.

Mediul înconjurător (aerul și curenții de aer) frînează viteza de zbor; în timpul zborurilor cu viteze mari, ca de exemplu săriturile cu schiul sau cu parașuta, rezistența aerului atinge o forță considerabilă.

Forțele interne ale corpului, mișcările membrelor sau trunchiului nu pot modifica traiectoria zborului. În schimb ele au influență asupra imprimării și menținerii în timpul zborului a unei poziții cît mai convenabile a corpului, necesară trecerii obstacolului. De asemenea, mișcările din timpul zborului pregătesc aterizarea.

Astfel, în timpul zborului din săritura în înălțime, corpul execută o mișcare de rotație în jurul centrului de greutate, împreună cu o grupare corespunzătoare a segmentelor sale, în așa fel ca trunchiul și membrele să treacă peste ștachetă la o distanță minimă de traiectoria centrului de greutate.

În faza de zbor activitatea musculaturii corpului este redusă; săritorii experimentați își relaxează musculatura imediat după impulsie; la începători însă mușchii rămîn contractați, ceea ce dăunează atît tehnicii săriturii, cît și economiei consumului de energie.

Faza de aterizare este faza în care corpul ia contactul cu solul. Aterizarea se face în diferite moduri, în funcție de stilul săriturii. După săritura în lungime, aterizarea se efectuează pe ambele membre inferioare, pe cînd la săritura în înălțime, aterizarea se face fie pe membrele inferioare, fie pe toate membrele (fig. 294).

Faza de aterizare are drept scop amortizarea vitezei zborului; cu cît viteza crește, cu atît sarcina de frînare este mai grea. Amortizarea se face printr-o serie de forțe de frînare, dintre care forța musculaturii corpului este cea mai importantă; ea transformă corpul și segmentele sale într-un resort elastic și rezistent. La frînarea vitezei zborului mai contribuie rezistența și elasticitatea articulațiilor, a țesuturilor, precum și calitățile solului care se deformează și prin aceasta ajută la amortizarea șocului (sol afînat, nisip). Amortizarea începe din momentul contactului cu solul și durează pînă la anularea totală a vitezei.

Contribuția musculaturii corpului la asigurarea săriturilor. Impulsia este asigurată la membrele inferioare de către mușchii triplei extensii (extensorii coapsei, ai genunchiului și flexorii plantari). Înainte de declanșarea extensiei se produce o flexie a articulațiilor principale ale membrului (membrelor) inferior de bătaie, în care timp se pune în tensiune lan-

Scanned with OKEN Scanner

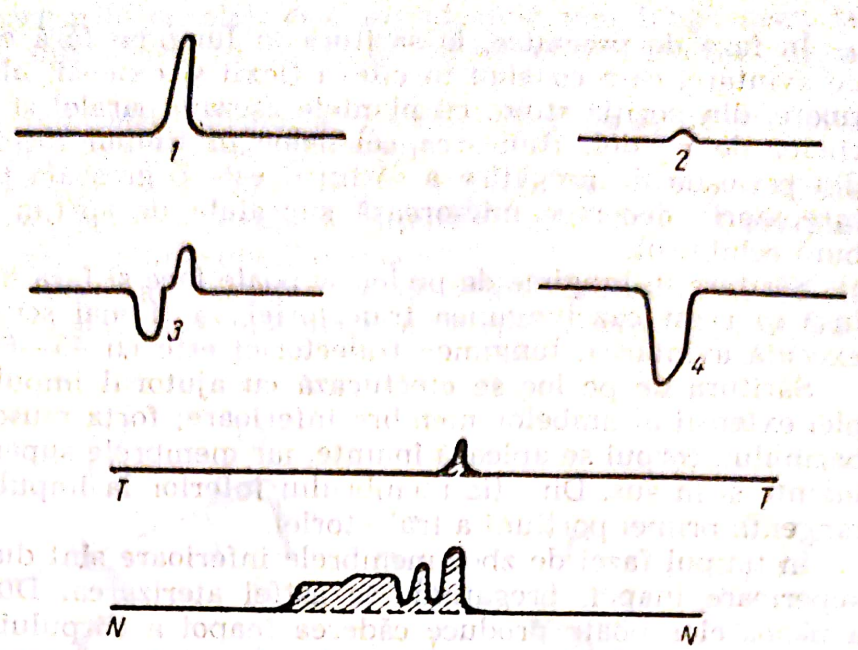


Fig. 294. Dinamograma presiunii pe sol în sărituri.

1 — Săritura în lungime de pe loc; *2* — Săritura în înălțime de pe loc; *3* — Săritura în lungime cu elan; *4* — Săritura în înălțime cu elan; *T* — Presiunea tangențială; *N* — Presiunea normală; *T* și *N* — dinamogramele comparative ale presiunilor normale și tangențiale ale piciorului pe sol, la săritura în lungime cu elan.

ţul muscular al triplei extensii, creindu-se condiţii mai bune de activitate. Există un unghi de flexie optim, de la care tripla extensie dă cel mai bun randament. Determinarea acestui unghi optim de flexie poate fi făcută, așa cum a arătat E. Repciuc, prin metoda înregistrării cinematografice cu o viteză care să depășească 300 imagini pe secundă. Acest unghi, variază de la săritor la săritor, în funcţie de numeroși factori (talie, lungimea segmentelor, masa acestora etc.) și este important a fi determinat pentru însușirea unei tehnici cît mai avansate.

În timpul zborului activitatea musculaturii este mai redusă ca intensitate, însă destul de complexă în funcţie de stilul săriturii, și are drept scop pregătirea aterizării, gruparea segmentelor de membre (în cazul cînd trebuie trecut un obstacol sau ștacheta), menţinerea echilibrului etc.

Aterizarea se realizează în mod diferit, în funcţie de stilul săriturii. După săritura în lungime aterizarea se face pe ambele membre inferioare aflate în flexie pe coapsă, genunchi, și flexie dorsală în articulaţia talocrurală (aterizarea se face pe călcîie); membrele superioare sînt în anteducţie puternică. Deși aterizarea se efectuează în flexie generalizată, amortizarea vitezei se realizează de către grupele musculare antagoniste (ale triplei extensii), care împiedică corpul să se prăbușească, transformînd membrele inferioare în resorturi elastice.

Rezultă deci că atît impulsia, cît și aterizarea sînt asigurate în principal de către grupele musculare ale triplei extensii, către care trebuie îndreptată atenţia în cursul antrenamentului.

Particularităţile săriturilor

La săritura în lungime fără elan traiectoria centrului de greutate descrie o curbă ușoară; unghiul de zbor este mai mic de 45° și egal cu unghiul de impulsie, deoarece viteza elanului este zero.

Scanned with OKEN Scanner

În faza de pregătire, la săritura în lungime fără elan se fac mișcări de avîntare, care constau în cîteva flexii și extensii ale membrelor inferioare, din poziția stînd, cu plantele așezate paralel și fără ridicarea călcîielor de pe dol. Ridicarea călcîielor în timpul mișcărilor de avîntare din perioada de pregătire a săriturii este o greșeală pe care o săvîrșesc începătorii, deoarece micșorează suprafața de sprijin a corpului și tulbură echilibrul.

Săritura în lungime de pe loc se poate face și fără mișcări de avîntare, însă în acest caz lungimea traiectoriei va fi mai scurtă; atunci cînd se execută avîntarea, lungimea traiectoriei este cu 45—60% mai mare.

Săritura de pe loc se efectuează cu ajutorul impulsiei mușchilor triplei extensii ai ambelor membre inferioare; forța musculară se transmite bazinului, corpul se apleacă înainte, iar membrele superioare se duc brusc înainte și în sus. Direcția membrului inferior la impulsie se confundă cu tangenta primei porțiuni a traiectoriei.

În timpul fazei de zbor membrele inferioare sînt duse înainte, iar cele superioare înapoi, pregătindu-se astfel aterizarea. Ducerea prea înainte a picioarelor poate produce căderea înapoi a corpului în momentul aterizării, iar împingerea lor insuficientă înainte micșorează lungimea săriturii. Membrele superioare execută un balans complet în timpulu zborului și contribuie prin aceasta la menținerea echilibrului.

Lungimea săriturii depinde de forța impulsiei și de ultima direcție a acesteia (unghiul de impulsie).

La aterizare corpul vine cu viteza căpătată la impulsie; în virtutea inerției de mișcare, corpul are tendința să meargă înainte, el fiind împiedicat prin efortul musculaturii membrelor inferioare (resortul format de lanțul mușchilor triplei extensii).

La săritura în lungime cu elan traiectoria este tot o parabolă lină; unghiul de desprindere este mult mai mic (mai puțin de jumătate din unghiul de impulsie), deoarece viteza elanului este mai mare decît cea imprimată corpului prin forța de impulsie. La cei mai buni săritori în lungime, unghiul de desprindere este aproximativ 20—25° (fig. 295).

În faza de pregătire elanul are rolul să imprime corpului o viteză de translație cît mai mare; corpul este înclinat înainte, de obicei mai mult decît la alergările de viteză.

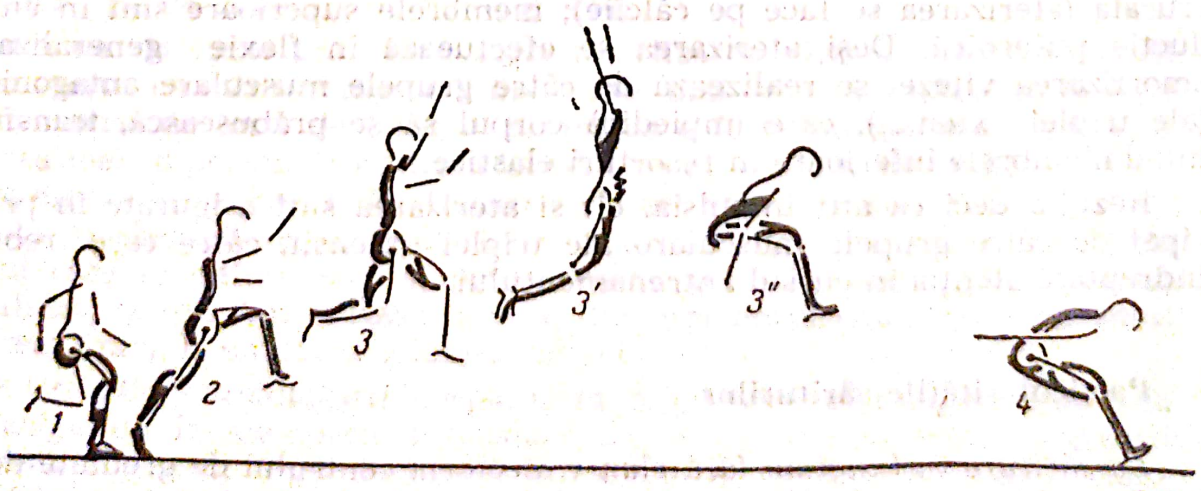


Fig. 295. Analiza schematică a fazelor săriturii în lungime, cu elan.
1 — elanul; *2* — bătaia; *3, 3', 3''* — zborul; *4* — aterizarea.

Scanned with OKEN Scanner

Traiectoria în săriturile cu elan este întotdeauna mai lungă decît la săritura fără elan, din cauză că la forţa impulsiei se adaugă viteza elanului.

La săriturile în înălţime traiectoria descrisă de centrul de greutate reprezintă o parabolă înaltă (fig. 296, 297, 298).

Unghiul de desprindere este mai mare de 45° (circa 65—75%), deoarece viteza de mişcare pe verticală, datorită impulsiei, este de 2—3 ori mai mare decît viteza orizontală imprimată de elan.

Elanul poate fi arcuit sau rectiliniu şi de viteză redusă, însă cu cît obstacolul care trebuie sărit este mai mare, cu atît şi viteza elanului tre-

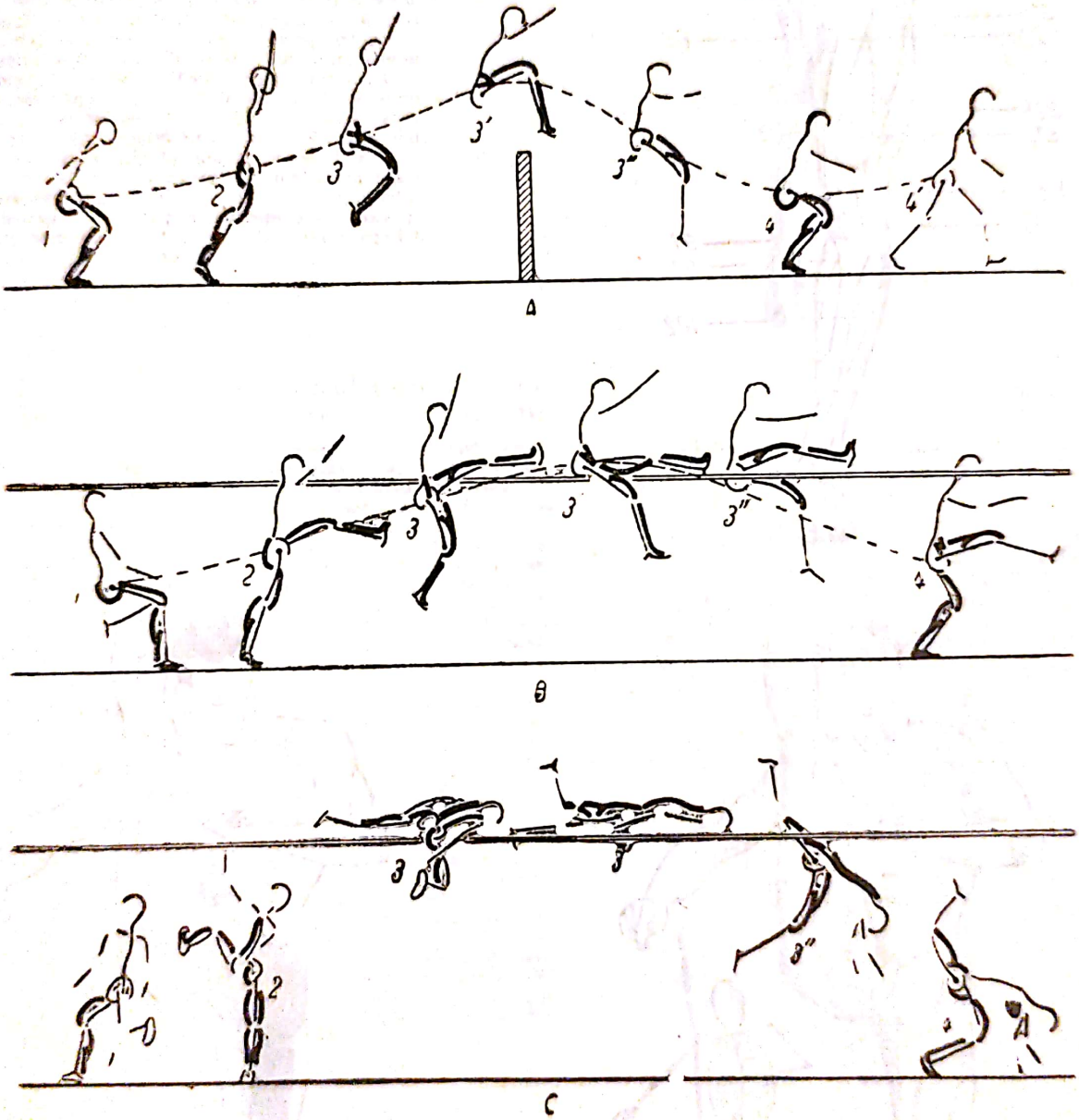


Fig. 296. Diferite stiluri de sărituri la înălţime.

A — Prin ghemuire; *B* — Prin păşire (foarfecă); *C* — Prin rostogolire ventrală: *1* — elanul; *2* — bătaia; *3*, *3'*, *3''* — zborul; *4* — aterizarea.

Notă: pe schiţe sînt reprezentate lanţurile musculare care asigură fiecare fază.

Scanned with OKEN Scanner

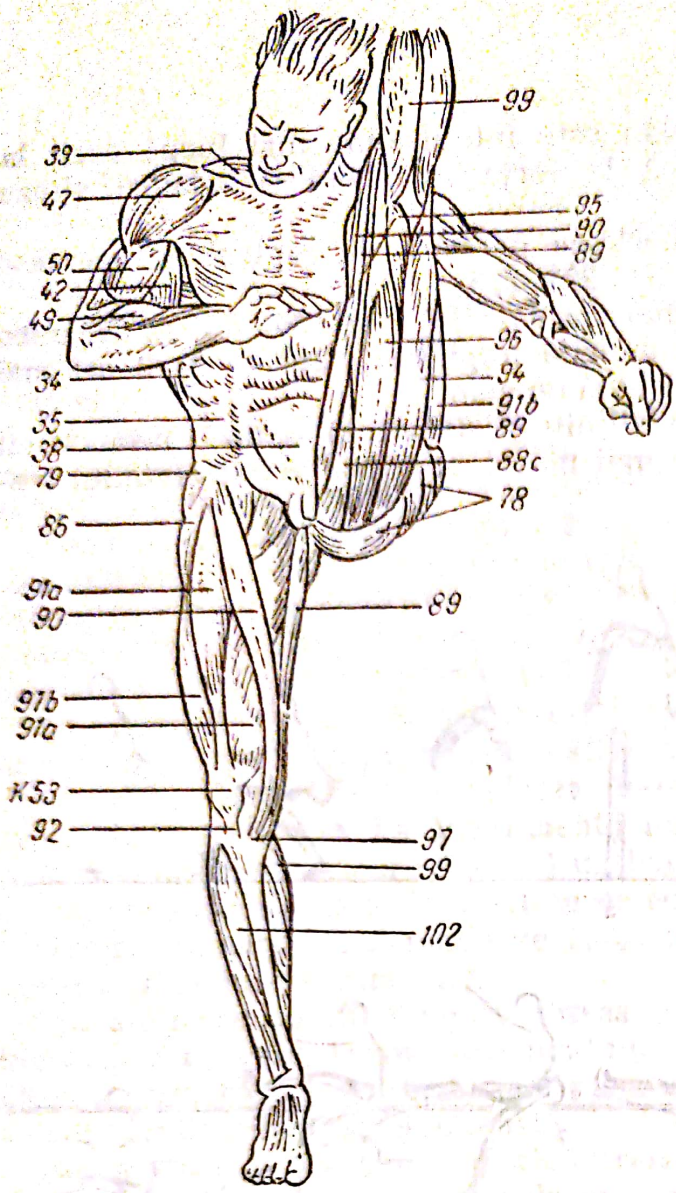
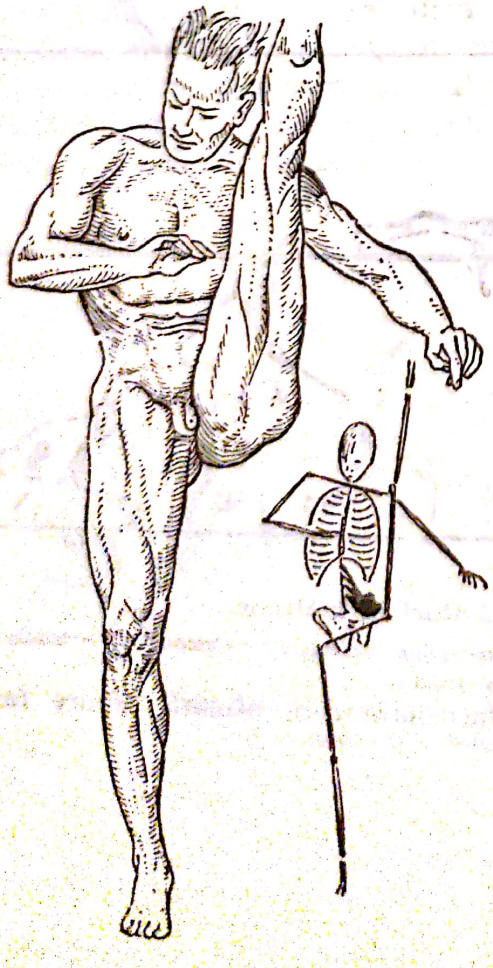
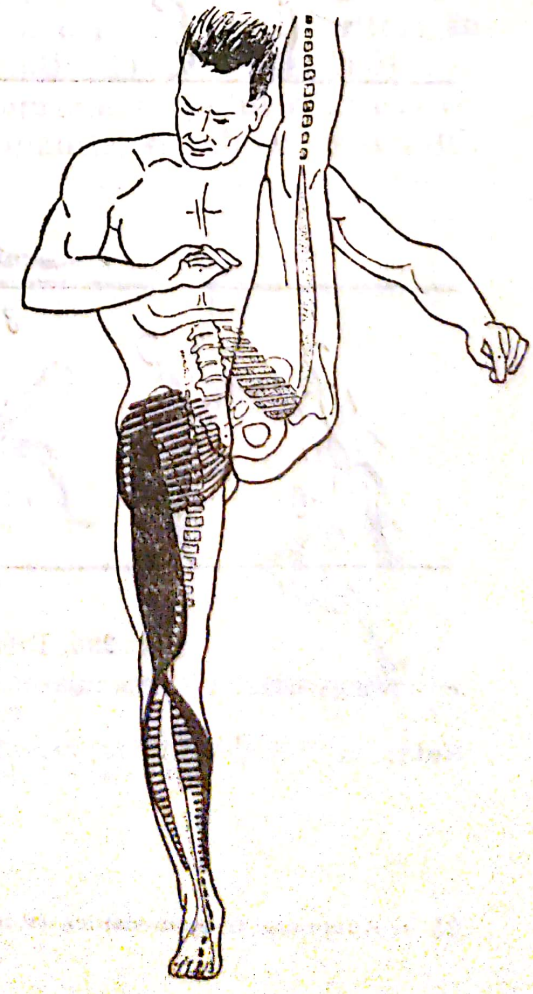


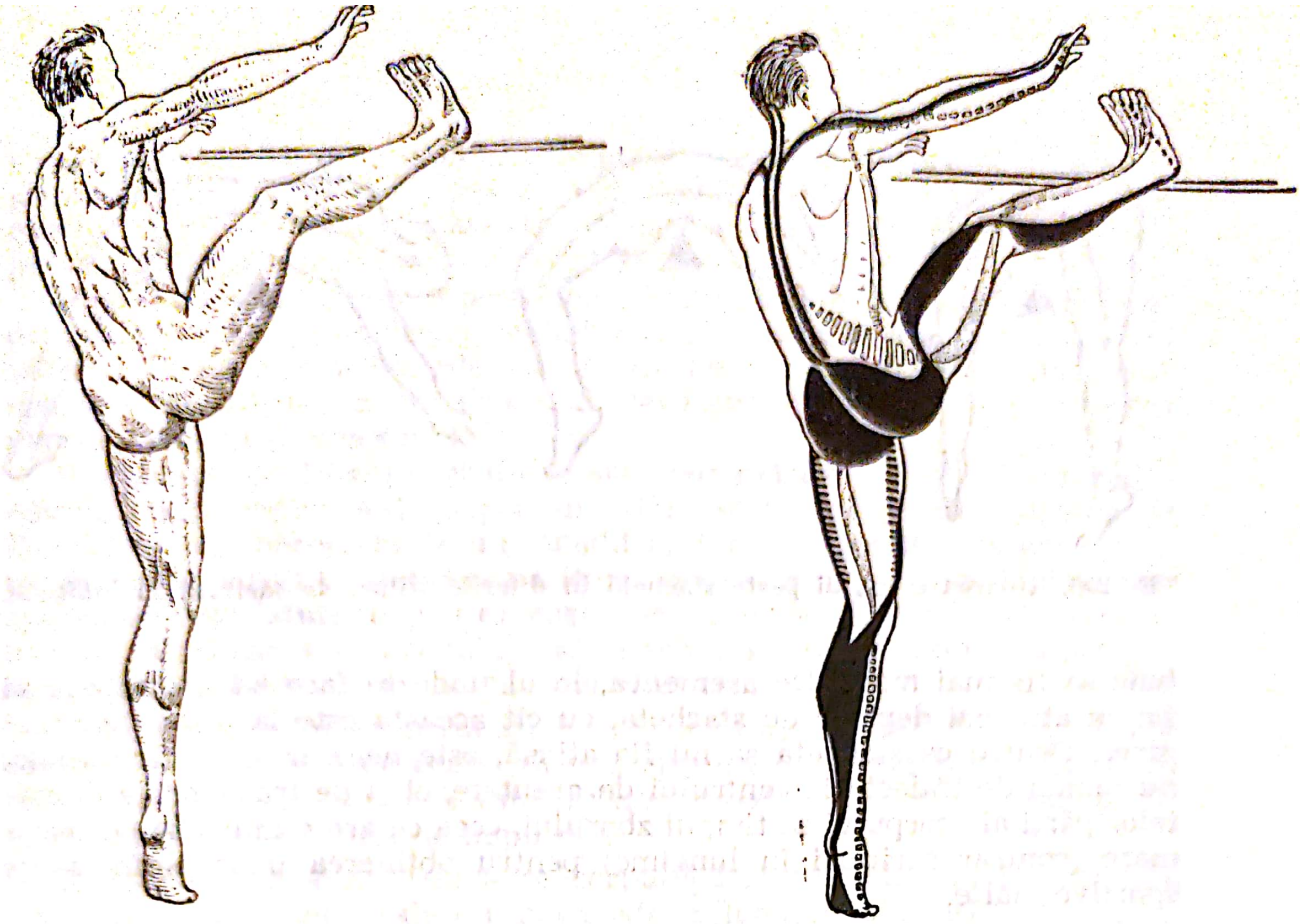
Fig. 297. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice în exercițiul de ridicare bruscă a membrului inferior stîng.

39 — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahii); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *49* — M. anconeu (anconeus); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus anterolateralis-major); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *90* — M. Croitor (sartorius); *91 b* — M. vast lateral — vastus lateralis; *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *K 53* — Rotula (patella); *92* — Ligamentul rotulian; *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *90* — M. croitor (sartorius); *89* — M. drept intern (gracillis); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *89* — M. drept intern (gracillis); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *89* — M. drept intern (gracillis); *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *99* — M. gemeni (m. triceps sure) *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior).





Scanned with OKEN Scanner



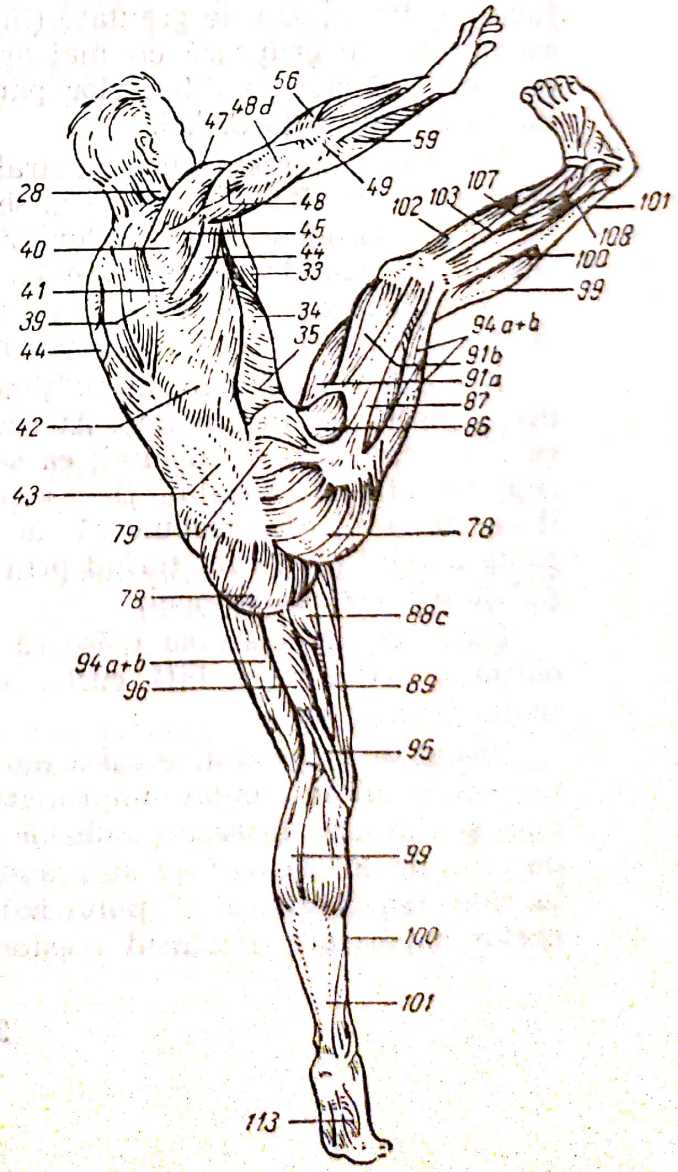


Fig. 298. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice la un săritor în înălțime.

28 — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *39* — M. trapez (m. trapezius); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* —M. fesier mare (gluteus maximus); *94(a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *113* — M. abductor al halucelui (abductor hallucis); *47* — M. deltoid (deltoideus); *48 d)* *56* — M. triM. prim radial extern; *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *49* — M. anconeu (anconeus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *45* — Rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralismajor); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *101* — Tendonul lui Achille; *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *100* — M. solear (m. triceps sure); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *94 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *87* — Fascia lata; *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *89* — M. drept intern (gracillis); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille.

Scanned with OKEN Scanner

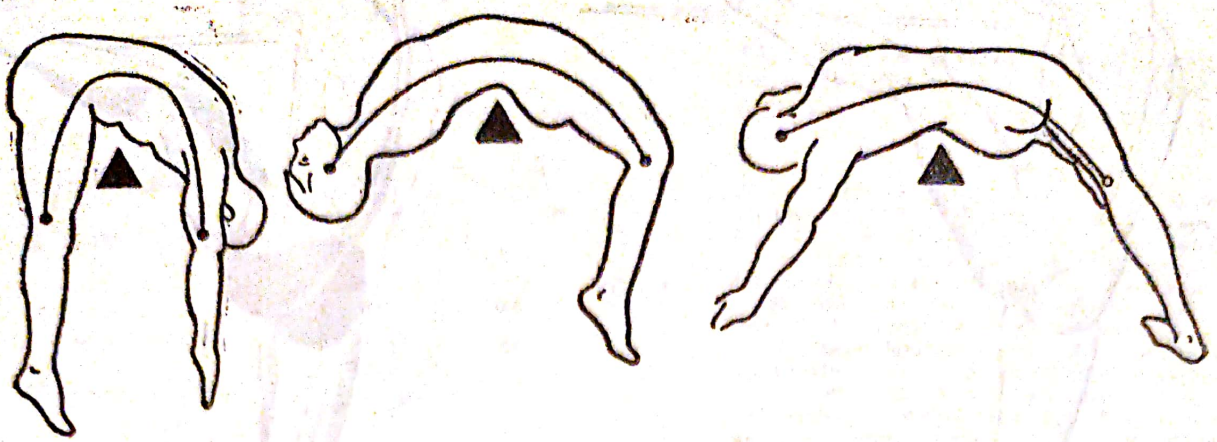


Fig. 299. Rularea corpului peste stachetă în diferite stiluri de săritură în înălțime.

buie să fie mai mare. De asemenea, locul unde se face bătaia trebuie să fie cu atît mai departe de ștachetă, cu cît aceasta este la o înălțime mai mare. Pentru ca ștacheta să nu fie atinsă, este necesar să se țină seama nu numai de traiectoria centrului de greutate, ci și de traiectoriile diferitelor părți ale corpului în timpul zborului, ceea ce are o importanță foarte mare (contrar săriturii în lungime) pentru obținerea unor performanțe sportive înalte.

În timpul săriturii în înălțime corpul execută o mișcare de rotație în jurul centrului său de greutate (fig. 299), pe parcursul căreia segmentele membrelor se grupează cît mai aproape de traiectoria C.G.G. Esențialul este ca traiectoriile diferitelor părți ale corpului să se apropie cît mai mult de traiectoria C.G.G.

În stilul de rostogolire ventrală, centrul de greutate este situat în afara corpului. Bazat pe aceasta, se poate obține în cazul unei înalte măiestrii în coordonarea mișcărilor, trecerea corpului peste ștachetă, în timp ce centrul său de greutate se găsește sub ea. De aceea stilul cel mai convenabil în ceea ce privește consumul energetic este cel de rostogolire ventrală, iar din punct de vedere mecanic cel de foarfecă laterală.

Aterizarea la săritura în înălțime are o sarcină de amortizare mai mare decît la săritura în lungime. Aterizarea se produce pe vîrfuri și folosește rolul de amortizor al plantei; ea se poate produce și pe toate membrele, repartizînd forța șocului. De asemenea, un rol important în amortizare îl are terenul, care trebuie să fie cît mai afînat, sau să aibă o înălțime peste nivelul pistei, micșorînd prin aceasta înălțimea de la care cade corpul și prin aceasta și șocul.

Forța de impulsie se măsoară cu dinamograful, iar curba presiunii obținută astfel reprezintă curba accelerațiilor mișcării verticale a centrului de greutate.

Traiectoria corpului rezultă din forța de impulsie, elanul și ascensiunea centrului de greutate imprimată de balansul membrului inferior, precum și ridicarea bruscă a ambelor membre superioare. Cercetările făcute de prof. dr. E. Repciuc au arătat importanța contribuției pe care o are la ridicarea C.G.G. al corpului balansul membrului inferior și al membrelor superioare. Balansul acestora mărește accelerația mișcării ascen-

sionale a centrului de greutate, precum și presiunea piciorului de impulsie pe sol. În același timp, mișcarea de flexie a membrului inferior care execută impulsia pune în stare de tensiune optimă lanțul triplei extensii, pentru ca într-un timp foarte scurt să se declanșeze o contracție energică.

Pe parcursul traiectoriei ascendente accelerația mișcării verticale scade progresiv și se anulează schimbîndu-și sensul, după care urmează căderea liberă. Săriturile cele mai înalte nu corespund eforturilor celor mai intense, întrucît o impulsie mai slabă se completează prin lungirea duratei detentei (D e m e n y).

Persoanele cu laba piciorului mare, sau mărită cu ajutorul încălțămintei, obțin performanțe superioare. De asemenea, cu cît mișcarea de flexie este mai apropiată de un „unghi optim", carcteristic fiecărui sportiv în parte, cu atît înălțimea săriturii crește prin punerea în tensiune optimă a musculaturii triplei extensii. Deci intrarea în joc a extensorilor, înainte ca mișcarea în articulații să-și schimbe sensul, este condiția cea mai importantă pentru obținerea unui efect cît mai util.

Masa corpului influențează săritura în înălțime. Astfel, dacă se adaugă corpului o îngreuiere oarecare, durata sprijinului crește proporțional cu masa, iar înălțimea săriturii este invers proporțională cu pătratul greutății (pentru aceeași forță de impulsie).

După cum s-a arătat, după ce corpul părăsește solul, nici o mișcare a sa sau a segmentelor sale nu mai poate influența traiectoria.

Înălțimea practică a săriturii depinde însă de poziția săritorului și a segmentelor sale față de ștachetă. Prin înălțime practică se înțelege distanța verticală între punctul cel mai de jos al corpului și înălțimea maximă a ștachetei. Ea depinde de poziția săritorului în timpul zborului și de ridicarea centrului de greutate datorită impulsiei.

Aterizarea durează din momentul contactului cu solul și pînă la anularea vitezei centrului de greutate. Cu cît amortizarea este mai elastică, cu atît durează mai mult, iar mișcarea este uniform întîrziată. Cînd aterizarea se face defectuos, pe călcîie, cu membrele inferioare rigide, viteza se anulează în scurt timp și pot avea loc accidente. Întrucît segmentele corpului care cad sînt articulate elastic, cea mai mare parte a reacției solului se va anihila întinzînd arcul, adică mușchii și ligamentele. În caz contrar, șocul se transmite prin coloana vertebrală la craniu, producînd comoții cerebrale, fracturi de bază etc. Este cunoscut faptul că, în cădere, corpurile ajung la sol cu o viteză al cărei pătrat înmulțit cu masa corpului constituie greutatea de cădere.

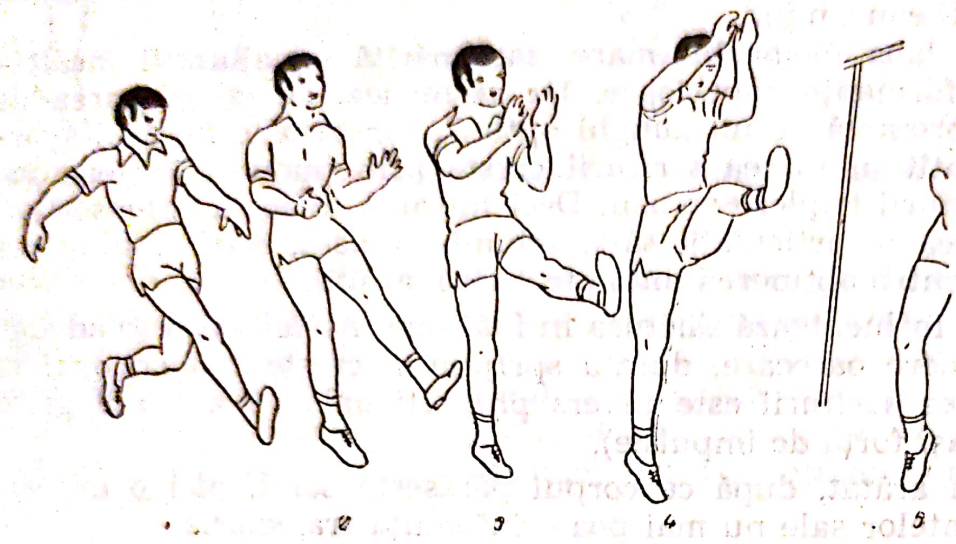
Amortizarea se face prin concurența legăturilor elastice ale corpului omenesc cu calitatea de deformare a solului. În apă se poate cădea și în poziție verticală, fără nici un pericol, pe cînd pe un sol dur pot surveni accidente foarte grave.

Procedeul de săritură în înălțime prin răsturnare dorsală (F o s b u r y-F l o p) prezintă unele particularități din punct de vedere biomecanic, și anume:

Alergarea de elan, care se face în linie curbă, permite săritorului să dobîndească o anumită forță centrifugă, care îi va servi în momentul desprinderii. Acest lucru favorizează o desprindere mai apropiată de verticală.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a compensa mișcările de rotație create de impulsia excentrică, piciorul liber atacă spre interior, iar brațele au o mișcare alternativă de echilibrare. Cele două rotații realizate la impulsie sînt: — una care are tendința să îndrepte corpul săritorului (rotație în jurul axei transversale) și alta care tinde să întoarcă corpul spre dreapta (rotație în jurul axei longitudinale) (fig. 300).



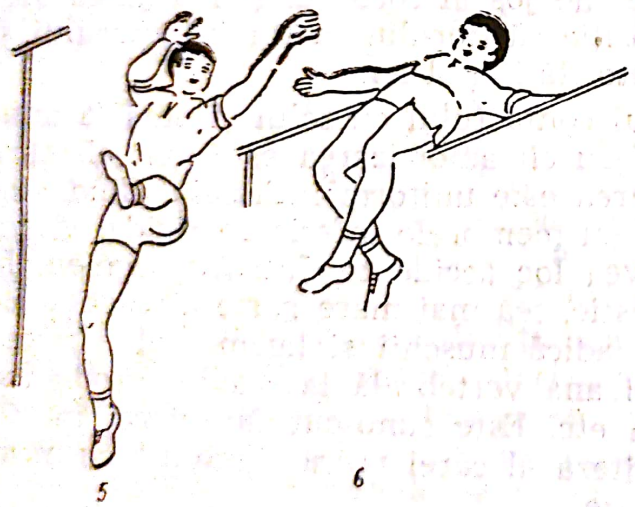
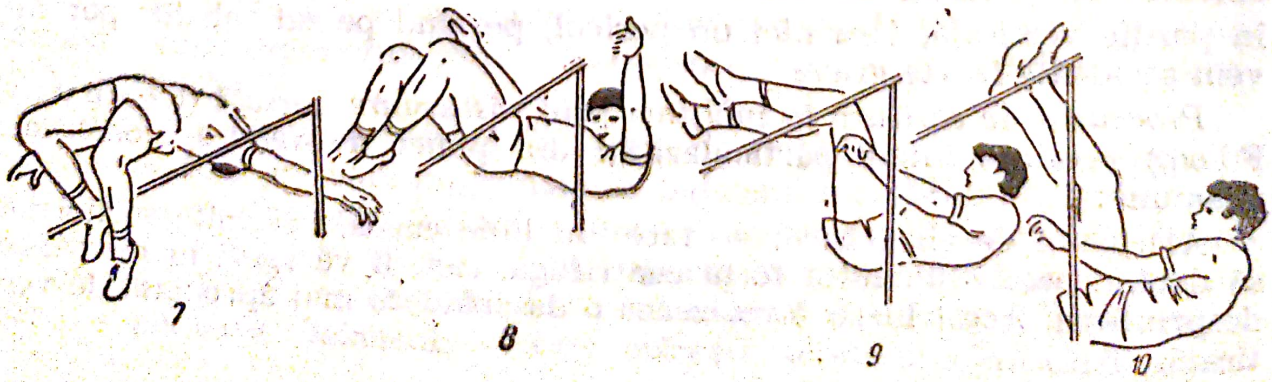


Fig. 300. Kinograma săriturii în înălțime prin rostogolire dorsală (Fosbury).



În continuare, mișcările de rotație vor fi absorbite momentan de piciorul liber flectat, care va accelera viteza spre înainte, în sus și la dreapta, iar pe de altă parte, de brațe, care produc o ridicare a umerilor (mai accentuat pentru umărul stîng la săritorii dreptaci). Aceste mișcări duc la ridicarea C.G.G. și la mărirea vitezei de desprindere — în orice tehnică a săriturii în înălțime; cu cît diferența între pozițiile extreme posibile ale C.G.G. în faza de bătaie (la începutul și la sfîrșitul bătăii) va fi mai mare și cu cît timpul acestei faze va fi mai scurt, cu atît mai mare va fi înălțimea de zbor a C.G.G., fapt explicat prin asigurarea în acest mod a unei impulsii rapide exercitate pe un drum cît mai lung (fig. 209).

La începutul înălțării, viteza de rotație în jurul axei longitudinale va fi mai mare (masa mai aproape de axă și piciorul îndreptat spre dreapta, umărul drept ridicat și adus spre piept).

În continuarea înălțării, sub efectul forței centrifuge viteza de rotație în jurul axei longitudinale se va reduce, cu atît mai mult cu cît spatele va ajunge în fața ștachetei. Săritorul, printr-o extensie ușoară a părții superioare a corpului și aducerea picioarelor sub el, își va mări viteza de rotație în jurul axei transversale. În același timp, brațele, depărtîndu-se și flectîndu-se din coate, vor opri rotația longitudinală a corpului.

Odată trenul superior trecut de ștachetă, flexia capului și a umerilor către piept atrage după sine aducerea genunchilor în sus și înapoi, lucru care realizează eschiva coapselor. În continuare, gambele eschivează și ele ștacheta printr-o extensie în sus, activînd rotația corpului în jurul axei transversale, efectuată de o flexie puternică a coapselor pe bazin

O viteză optimă în elan se realizează în alergarea pe un arc de cerc cu raza mai mare, care nu necesită o înclinare peste 30° a corpului spre interior, ceea ce ar duce la micșorarea evidentă a vitezei de deplasare. Fosbury alerga pe un arc cu raza de 14 m, cu 8 m pe secundă și cu o înclinare a corpului spre interior de 30°.

Săritura cu schiurile se caracterizează prin forma traiectoriei, care este profund alungită. În timpul alunecării pe panta de elan corpul se află în poziția flexată, iar musculatura lui depune un efort static, de menținere. Impulsia se face pe ambele membre inferioare, ceea ce are o foarte mare importanță pentru imprimarea unei poziții corecte a corpului în timpul zborului și pentru menținerea echilibrului. Traiectoria are inițial o direcție de orizontală, apoi coboară repede. Flexia corpului se menține pînă la aterizare, însă mai atenuată decît în timpul elanului de pe panta de alunecare.

În tehnica săriturilor cu schiurile există două stiluri principale, și anume:

— stilul balistic, care se bazează pe o desfășurare mai bună a impulsiei. În timpul elanului de alunecare corpul schiorului este orientat perpendicular pe pantă, opunînd o suprafață frontală mai mare rezistenței aerului, ceea ce nu permite obținerea unei viteze de alunecare maxime. Acest stil este folosit de începători;

— stilul aerodinamic, care se bazează pe o mai bună învingere a rezistenței aerului și, prin aceasta imprimă corpului o viteză crescută.

Scanned with OKEN Scanner

Atît pe panta de alunecare, cît și în timpul zborului corpul se înclină mult înainte, spre a micșora suprafața frontală care se opune rezistenței aerului.

La săriturile cu schiurile, aterizarea trebuie să se facă în mod obligator pe o pantă înclinată și nu pe plan orizontal, pentru ca imensa energie cinetică acumulată să poată fi anihilată treptat în timpul alunecării cu schiurile.

Întrucît poziția corpului schiorului este de flexie generalizată, atît pe panta de elan, cît și pe cea de aterizare, rezultă rolul mare pe care-l are musculatura antagonistă, care asigură transformarea corpului într-un resort elastic, necesar amortizării șocului săriturii; depun un efort deosebit mușchii care asigură tripla extensie la membrele inferioare, precum și extensorii coloanei vertebrale. O importantă activitate statică de fixare o depun grupele musculare antagoniste care asigură echilibrul corpului, opunîndu-se înclinărilor laterale exagerate ale acestuia.

Săriturile cu sprijin

a) *Săritura peste calul cu mînere* folosește membrele superioare pentru sprijin; ea este asigurată de forța elanului combinată cu impulsia membrelor inferioare (lanțul triplei extensii). Bătaia se face pe trambulină, care poate fi dură sau elastică; aceasta din urmă îngreuiază dozarea forței de impulsie, precum și coordonarea mișcărilor.

b) *Săritura cu prăjina* (fig. 301) este o săritură cu sprijin mobil. Datorită sprijinului, sportivul poate influența în prima jumătate a săriturii traiectoria centrului de greutate, și, ca urmare aceasta nu mai poate fi o parabolă. Întreg sistemul — prăjină și săritor — poate fi comparat cu un pendul care oscilează în jurul punctului de reazem de pe sol. În prima parte a zborului săritorul nu atîrnă pasiv de prăjină, ci execută mișcări active, care determină schimbarea poziției sale față de prăjină, din atîrnat în stînd pe mîini.

Săritura cu prăjina se bazează pe energia cinetică dezvoltată de elan, combinată cu forța de impulsie a bătăii, care imprimă corpului o mișcare de pendulare pe prăjină, ce se continuă cu o tragere și ridicare a corpului deasupra nivelului de apucare a prăjinii.

Elanul are o deosebită importanță pentru săritură, deoarece creează viteza orizontală necesară întregului complex mecanic reprezentat de săritor și prăjină. Elanul trebuie să se desfășoare uniform accelerat la început (primii 20—30 m, cu o durată de 3—4 s); trunchiul este ușor înclinat înainte, iar pașii cresc gradat în amplitudine și frecvență. A doua parte a elanului are rolul de a dezvolta viteza necesară săriturii, cunoscînd că viteza maximă trebuie atinsă la 3—4 pași înainte de bătaie. Pe ultimii pași alergătorul se pregătește pentru înfigerea prăjinii și efectuarea bătăii. Trunchiul se îndreaptă puțin, iar alergarea se desfășoară mai mult „în virtutea inerției"; aceasta permite o relaxare ușoară a mișcării și o concentrare fizică și psihică în vederea executării bătăii.

Activitatea musculaturii în timpul elanului este caracteristică alergătorilor de viteză; o contribuție hotărîtoare aduce lanțul triplei extensii de la membrele inferioare prin lucru dinamic „de învingere". La aceasta se

Scanned with OKEN Scanner

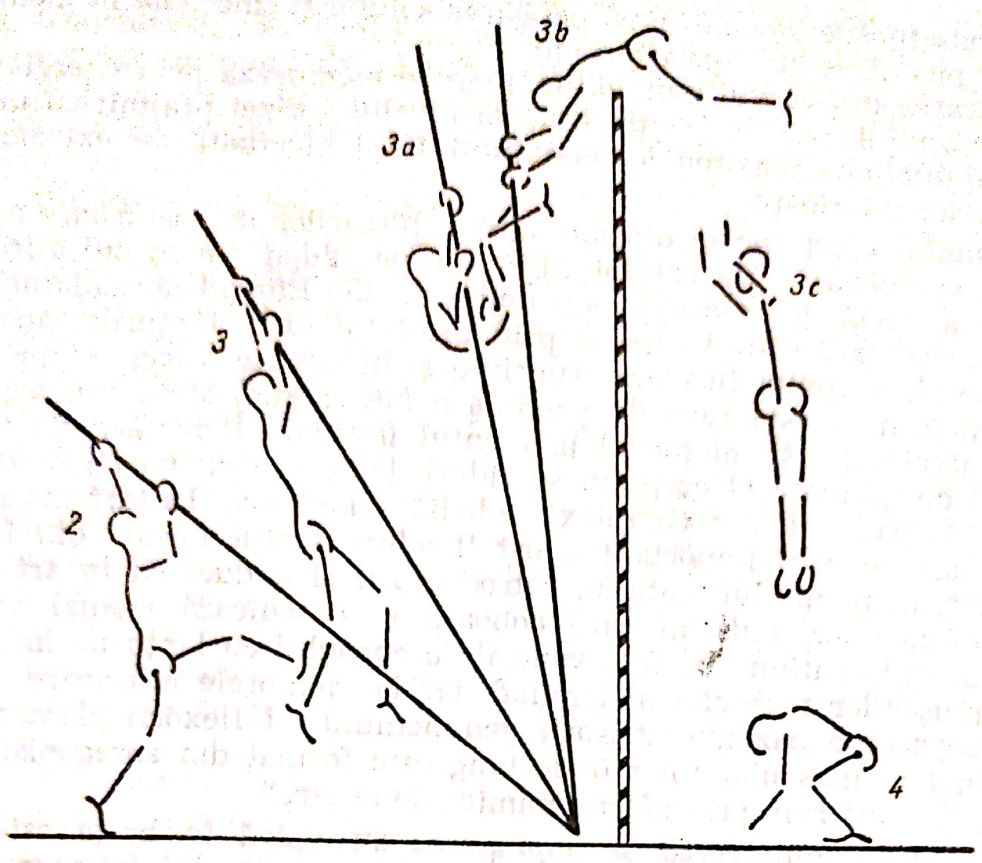


Fig. 301. Analiza schematică a fazelor săriturii cu prăjina
2 — bătaia; *3* — pendulul lung; *3a)* — pendulul scurt; *3 b)* — trecerea peste stachetă; *3c) 4* — aterizarea.

adaugă activitatea statică „de menţinere" a muşchilor şanţurilor vertebrale, care asigură poziţia corpului şi a lanţului format din flexorii degetelor, ai cotului şi anteductorii în articulaţia scapulo-humerală, care asigură ţinerea prăjinii.

În timp ce se execută udtimul pas, prăjina este dusă deasupra capului cu braţele îndoite în unghi de 90—100°; acest lucru este necesar deoarece după bătaie, cînd greutatea corpului trece pe braţe, ele amortizează prin efort „de cedare" (rezistent) greutatea corpului atîrnat de prăjină.

Bătaia se produce o dată cu ridicarea prăjinii deasupra capului; ea se face pe piciorul stîng, în timp ce membrul inferior drept execută o pendulare înainte, cu coapsa şi genunchiul flexate. Bătaia este rezultatul contracţiei puternice, balistice a lanţului triplei extensii de la membrul inferior stîng: ea asigură prin efort dinamic „de învingere" prima parte a traiectoriei corpului, care se continuă apoi prin contracţia musculaturii membrelor superioare şi a trunchiului. La mişcarea de ascensiune a centrului de greutate, piciorul oscilant aduce o contribuţie însemnată, prin efortul dinamic „de învingere" al lanţului triplei flexii.

Trecerea în atîrnare şi pendulul lung. Corpul săritorului este atîrnat de prăjină, care pivotează în jurul vîrfului fixat în cutia de sprijin. La începutul pivotării corpul săritorului este atîrnat pasiv de prăjină prin efort static „de consolidare", asigurat de lanţurile musculare antagoniste ale membrelor superioare. În această situaţie se efectuează pendulul

lung, care începe imediat după părăsirea solului și ține pînă în momentul în care picioarele au depășit prăjina.

Mișcarea din cadrul pendulului lung se efectuează prin energia cinetică a elanului, axa de rotație fiind la nivelul prizei prăjinii cu mîinile, iar amplitudinea maximă a pendulului fiind efectuată de extremitățile membrelor inferioare.

Pendulul scurt constă din ansamblul mișcărilor de răsturnare a trunchiului și ridicare a picioarelor care începe după ce corpul atîrnat de prăjină a trecut de aceasta cu un unghi de 45°. Efortul musculaturii corpului accelerează elanul căpătat prin pendulul lung; lanțurile musculare ventrale ale corpului flexează trunchiul și membrele inferioare pe bazin, scurtînd prin aceasta raza de pendulare (de rotație) și ca urmare favorizînd accelerația și micșorînd momentul inerțial al mișcării de rotație. Centrul de greutate al corpului se ridică, iar capul și umerii basculează în jos. Această mișcare complexă solicită numeroase lanțuri musculare, dintre care cel mai important aport îl aduce lanțul format din flexorii degetelor, ai pumnului, cotului, retroductorii și adductorii în articulația scapulo-humerală, mușchii care coboară și basculează medial scapula. Acest lanț se continuă pe fața ventrală a corpului cu lanțurile încrucișate ale mușchilor peretelui abdominal, iar la membrele inferioare cu flexorii coapsei pe bazin, extensorii genunchiului și flexorii plantari (fig. 302). Un lanț muscular tot atît de lung este format din antagoniștii respectivi, care intervin prin efort dinamic „de cedare".

Tracțiunea, întoarcerea și împingerea succesivă în brațe este mișcarea care continuă faza precedentă. Ca urmare a pendulului scurt, trunchiul este răsturnat, iar picioarele sînt ridicate în sus. Tragerea în brațe are rolul de a prelungi mișcarea de ridicare a centrului de greutate, imprimîndu-i o accelerare bruscă. Ea începe în momentul în care bazinul a depășit nivelul prizei mîinilor și nivelul umerilor. O dată cu tragerea în brațe se produce și o înșurubare în spirală a corpului și aruncarea piciorului drept în sus. Mișcarea este rezultatul efortului depus de mus-

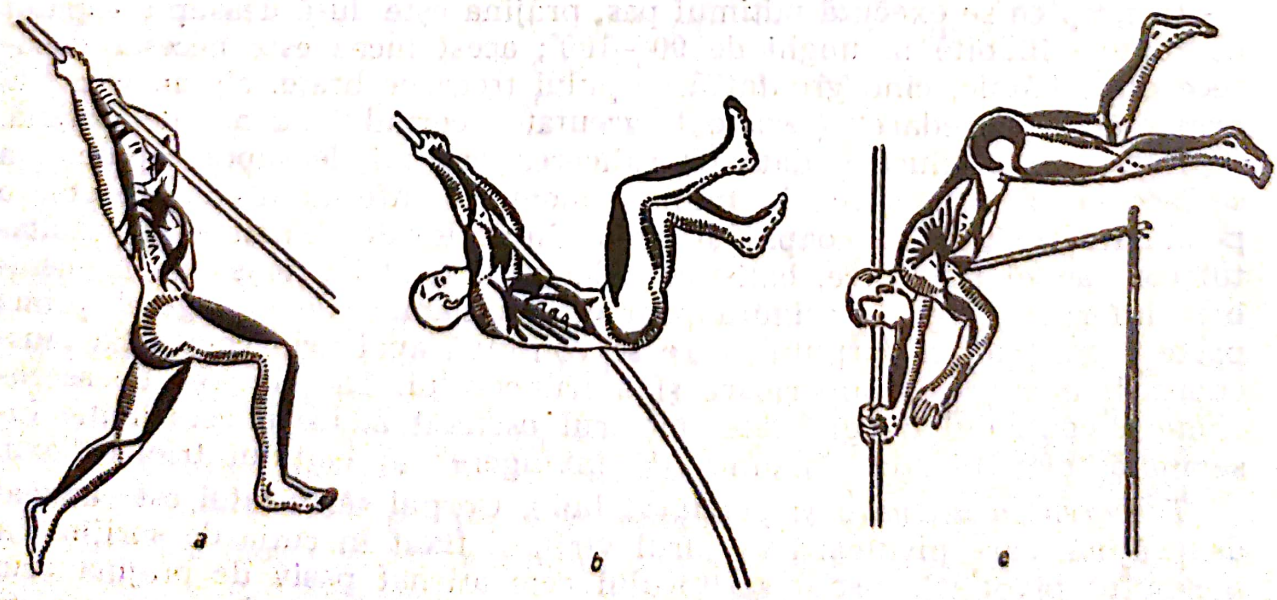


Fig. 302. Lanțurile musculare care asigură săritura cu prăjina.
a,b,c — principalele faze ale săriturii.

Scanned with OKEN Scanner

culatura membrelor inferioare, combinat cu contracția musculaturii ventrale a trunchiului, care continuă și desăvîrșește efortul dinamic început în faza pendulului scurt. Se adaugă contribuția lanțurilor musculare oblice ale peretelui abdominal și a sistemelor transverso-spinoase ale mușchilor șanțurilor vertebrale, care efectuează înșurubarea în spirală a corpului.

În continuare are loc o mișcare de împingere în brațe, care ridică și mai sus corpul, asigurată prin efort dinamic „de învingere" de către lanțul muscular format din flexorii degetelor, extensorii cotului, retroductorii în articulația scapulo-humerală, coborîtorii și mușchii care basculează medial scapula. Ca urmare a acestei activități musculare, corpul trece peste ștachetă printr-o mișcare de rotație.

Eliberarea prăjinii și trecerea peste ștachetă. Mîna stîngă eliberează prima prăjina, umărul respectiv se ridică, iar cotul se flexează pentru a trece mai ușor peste ștachetă. În același timp membrul superior drept dă un ultim impuls pentru ridicarea corpului și trecerea peste ștachetă. Acest impuls este îndeplinit prin activitate dinamică „de învingere" de către un lanț muscular format din flexorii degetelor, extensorii cotului, retroductorii în articulația scapuloumerală, mușchii care coboară scapula și o basculează medial. Corpul săritorului trece ștacheta descriind un arc de cerc deasupra și în jurul acesteia (trecerea arcuită în zbor), cu fața ventrală în jos.

În cazul cînd se folosesc prăjini din mase plastice (fibre de sticlă), acestea măresc impulsul musculaturii prin elasticitatea lor; totodată ele permit o priză mai înaltă (peste 4,25 m). Îndoirea prăjinii este cu atît mai accentuată, cu cît priza este mai înaltă; centrul de greutate al corpului trebuie să se ridice la o înălțime cît mai mare, înainte ca prăjina să se destindă. Pentru aceasta, faza pendulului lung se va scurta în vederea accelerării mișcării corpului, tracțiunea în brațe executîndu-se abia atunci cînd prăjina s-a îndreptat aproape complet.

Înălțimea maximă atinsă la săritura cu prăjina, în cazul folosirii unei tehnici corespunzătoare, poate fi de două ori pînă la de două ori și jumătate mai mare decît la săriturile simple în înălțime.

În faza de aterizare este necesar să se anihileze viteza de cădere a corpului, care determină creșterea greutății pînă la de 5—6 ori greutatea normală a săritorului. De aceea, în afară de musculatură, care înlănțuindu-se formează — în funcție de modul cum se ia contact cu solul — arcuri elastice și rezistente, la o bună aterizare trebuie să colaboreze și alți factori. Astfel, groapa de aterizare trebuie să fie mai adîncă, iar stratul de nisip cît mai gros, chiar ridicat peste planul orizontal al terenului; în ultimul timp se folosesc mase plastice buretoase, care înlocuiesc cu bune rezultate nisipul. Aterizarea trebuie să se facă pe toate membrele, spre a folosi cît mai judicios forța de frînare a musculaturii; aterizările pe un singur picior sau pe spate sînt periculoase și pot produce accidente. Segmentele membrelor trebuie să fie în poziție flexată unul față de celălalt: rolul de amortizare îl au lanțurile musculare extensoare, antagoniste flexorilor, care prin activitatea dinamică „de cedare" transformă membrele în resorturi articulate elastic și amortizează astfel șocul produs de căderea liberă a corpului, a cărui greutate este crescută de accelerația gravitațională.

Scanned with OKEN Scanner

Aruncările sînt probe atletice ce se pot clasifica după modalitatea în care este aplicată forţa aruncătorului pentru a imprima obiectului aruncat (greutate, suliţă, disc, ciocan) mişcările specifice. După acest criteriu se clasifică în: (a) împingeri (greutate); (b) azvîrlire (suliţă); (c) lansări (disc, ciocan).

În toate aruncările, centrul de greutate al obiectului descrie în timpul zborului o traiectorie curbă, asemănătoare unei parabole, unde din cauza rezistenţei aerului şi forţei de gravitaţie, partea finală, descendentă, a parabolei, este mai scurtă şi mai înclinată.

Forţa musculară aplicată obiectului formează cu orizontala un *„unghi de lansare“* (fig. 303).

Lungimea traiectoriei unei aruncări — care este scopul final al antrenamentului aruncătorilor — depinde de mai mulţi factori:

— viteza iniţială *(Vo)* cu care obiectul părăseşte mîna;

— unghiul de lansare *(a)* şi înălţimea la care se găseşte obiectul în momentul eliberării, în raport cu locul de cădere — „unghiul de teren“.

— suprafaţa frontală opusă aerului de către obiectul aflat în zbor.

Viteza iniţială *(Vo)* este cel mai important factor în determinarea lungimii aruncării, deoarece în ecuaţia care determină distanţa de aruncare

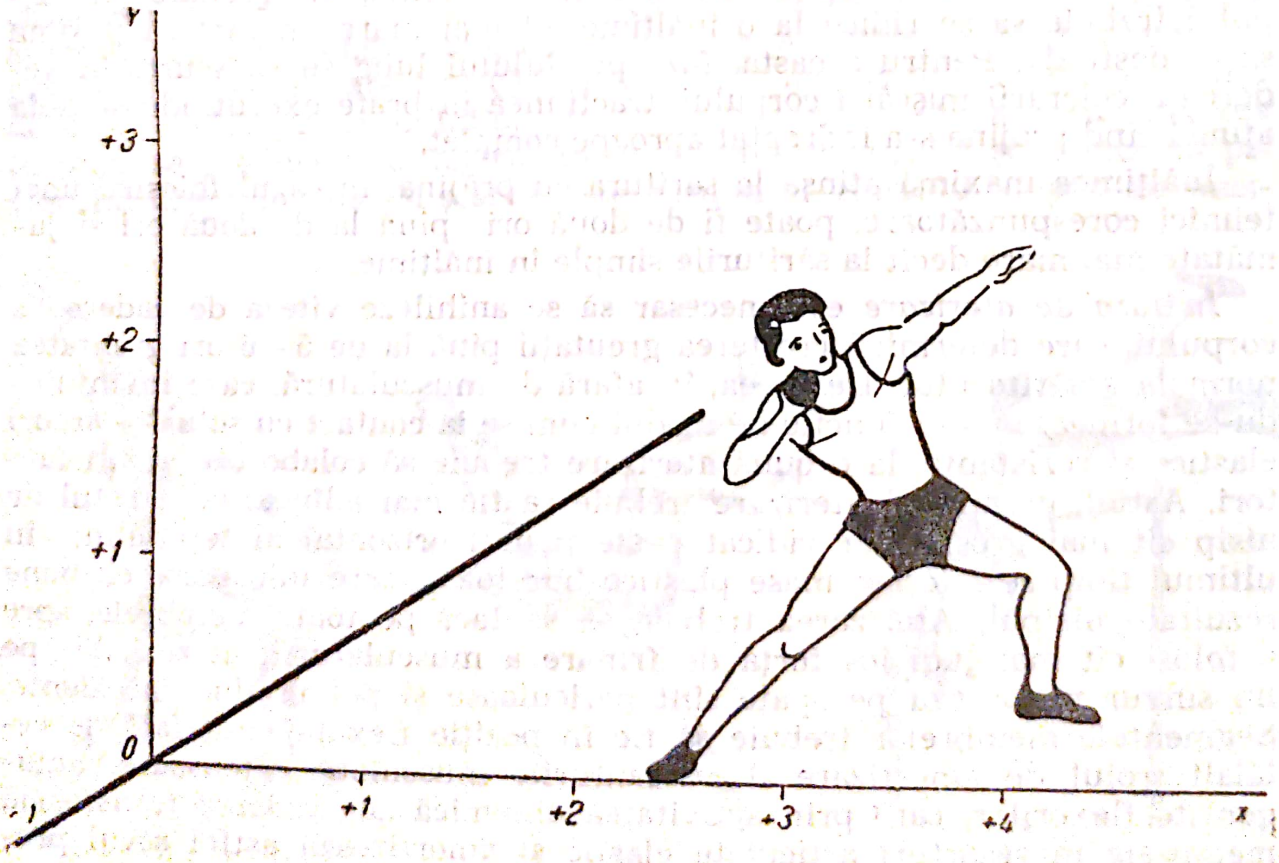


Fig. 303. Unghiul de lansare în aruncări.

Scanned with OKEN Scanner

viteza intră prin pătratul ei: $x = \frac{Vo^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g}$ unde x = lungimea aruncării, *Vo* = viteza inițială a obiectului, α = unghiul de lansare, iar g = accelerația gravitațională.

Viteza inițială este rezultatul aplicării mai multor forțe asupra obiectului, și anume: viteza orizontală (suliță) sau circulară (disc, ciocan) a elanului și viteza imprimată de contracția musculară a impulsului final. În diferitele stiluri de aruncări valoarea forțelor variază: astfel, la aruncarea suliței, impulsul final al musculaturii are un rol covîrșitor, pe cînd la aruncarea discului și ciocanului, rolul cel mai important îl are contribuția musculaturii corpului la efectuarea mișcării de rotație.

Este necesar ca toate aceste forțe să acționeze coordonat, pentru ca efortul lor să se însumeze; în caz contrar, rezultă forțe care se anulează sau frînează și determină scurtarea lungimii traiectoriei.

În efortul de aruncare, atletul trebuie să angreneze întreaga sa masă musculară, nu numai forța brațelor, ci și a trunchiului și membrelor inferioare. Performanța depinde de valoarea forței care acționează și este proporțională cu numărul grupelor musculare care participă la asigurarea mișcării.

Un alt factor mecanic care are mare importanță în creșterea vitezei inițiale este timpul cît acționează forțele asupra obiectului de aruncat. Cu cît acestea acționează un timp mai îndelungat, cu atît energia cinetică este mai ridicată, iar viteza inițială și lungimea traiectoriei mai mari.

În sfîrșit, încă un factor mecanic care condiționează creșterea vitezei inițiale este intensitatea forței aplicată asupra obiectului; ea este direct proporțională cu forța contracției grupelor și lanțurilor musculare care asigură mișcarea specifică.

În concluzie, viteza inițială *(Vo)* va fi maximă, cînd toate aceste forțe acționează simultan, pe tot parcursul, pe aceeași direcție și trec prin centrul de greutate al obiectului. Viteza inițială va fi mai redusă în cazul cînd forțele acționează succesiv și fiecare numai pe o fracțiune de parcurs. De asemenea, mișcarea simultană și pe aceeași direcție; în cazul cînd forțele acționează simultan, dar pe direcții diferite, ele au o rezultantă mai mică.

Corpul omenesc, prin specificul său structural, nu permite — în mod ideal — să se realizeze o acțiune simultană a tuturor forțelor și pe întregul parcurs al mișcării. De aceea, din punct de vedere biomecanic, este mai bine ca forțele să intre în acțiune în ordinea descrescîndă a intensității lor, iar forțele mai mari să acționeze pe o fracțiune de parcurs mai lungă.

Din punct de vedere practic, pentru aruncări, concluzia care se impune din aceste considerente este ca mișcarea care pregătește aruncarea, o dată începută, să se execute în mod continuu pînă la eliberarea obiectului; este necesar, de asemenea, ca mișcarea să fie efectuată cu o viteză treptat crescîndă.

Rolul unghiului de lansare în aruncări. Teoretic, în orice aruncare, unghiul cel mai favorabil pentru obținerea unei traiectorii cît mai lungi este de 45°. Acest principiu este însă valabil numai pentru aruncările în vid; în concurs intervin diverși factori care modifică unghiul de lan-

Scanned with OKEN Scanner

sare, și anume, rezistența aerului, calitățile aerodinamice ale obiectelor de concurs etc. (fig. 303).

La unele aruncări, în special la greutate, unghiul de lansare este mai mic de 45° (30—40°), și aceasta din motive anatomo-funcționale, întrucît eficacitatea impulsiei este mai mare dacă se face perpendicular pe torace, ceea ce nu permite realizarea unui unghi mai mare. Lungimea traiectoriei în aruncări depinde și de talia sportivului, ea fiind cu atît mai mare, cu cît acesta este mai înalt.

Rolul unghiului de teren în aruncări. Unghiul de teren (fig. 304) este format din orizontala solului și dreapta care unește locul de cădere (de contact cu solul) a obiectului și înălțimea punctului de lansare.

Practica sportivă a arătat că distanța cea mai lungă de aruncare se realizează atunci cînd unghiul de lansare și jumătate din unghiul de teren fac împreună 45°.

La aruncarea discului, ciocanului și suliței, unghiul de teren este foarte mic, din cauza lungimii mari a traiectoriei; la greutate el este mult mai mare. Pentru greutate, unghiul optim de lansare este de 40—41°, sportivii înalți fiind avantajați față de cei scunzi.

Rolul rezistenței aerului. Aerul opune o rezistență contrară sensului de mișcare a obiectului, frînează viteza și provoacă scurtarea traiectoriei. Acțiunea rezistenței aerului este crescută în cazul cînd există curenți puternici (vînt) și se exercită asupra suprafeței frontale a obiectului, pe secțiunea sa dominantă, fiind proporțională cu mărimea acestei suprafețe. Suprafața frontală a secțiunii dominante variază cu înclinarea obiectului (disc, suliță) pe direcția traiectoriei. De asemenea, rezistența aerului crește proporțional cu pătratul vitezei de zbor, cu viteza și sensul curenților de aer.

Fazele aruncărilor

Deși diferite ca formă de execuție, aruncările au un fond motric comun, caracterizat prin faze care se succed într-o anumită ordine. Aceste faze sînt:

a) *Pregătirea pentru aruncare,* care constă din prinderea obiectului urmată de o serie de mișcări, cu scopul de a pune sportivul într-o poziție cît mai favorabilă de pornire în elan. Aceste mișcări diferă după stilul de aruncare. Astfel, la greutate, mișcările pregătitoare constau din ridicări și flectări ușoare pe piciorul de sprijin; la disc se efectuează cîteva legănări, iar în lansarea ciocanului, una pînă la trei rotări.

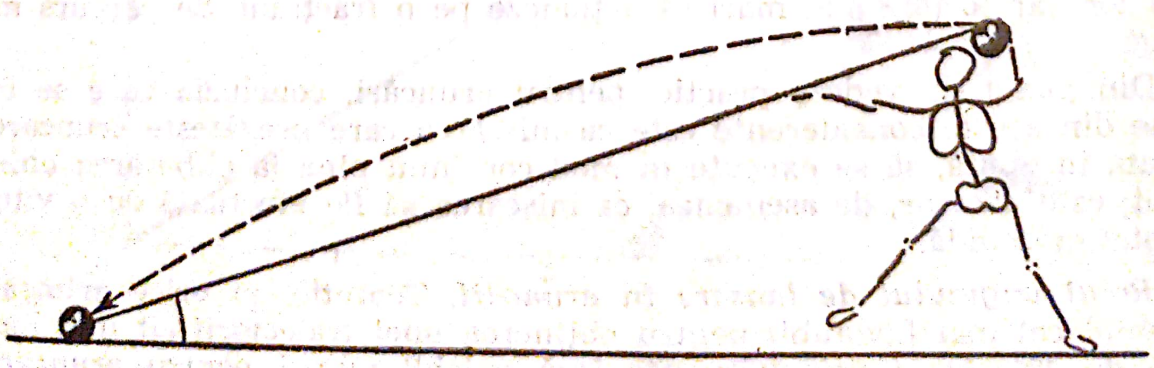


Fig. 304. Unghiul de teren.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste mişcări au rolul de a pune în tensiune lanţurile musculare care vor efectua elanul, creind condiţii mecanice optime prin dispunerea corespunzătoare a pîrghiilor osoase în cadrul lanţurilor cinematice ale corpului şi realizarea unor unghiuri optime de flexie sau extensie, de la care să pornească mişcarea (elanul). La disc şi ciocan mişcările efectuate în faza de pregătire creează condiţii pentru intrarea în mişcarea de rotaţie specifică elanului (fig. 305, 306).

b) *Elanul* este compus dintr-o serie de mişcări al căror scop final este asigurarea unei viteze iniţiale cît mai mari şi luarea de către aruncător a unei poziţii optime pentru efectuarea cu o eficacitate maximă a efortului final de eliberare a obiectului.

Structura elanului este determinată de tehnica tipurilor de aruncare Astfel, avem:

— elanuri sub formă de săltare la aruncările de tip împingere;
— elanuri sub formă de piruetă în lansări;
— elanuri sub formă de alergare în azvîrliri.

Elanul determină creşterea traiectoriei de aruncare cu 1—2 m la greutate, cu 3—8 m la disc şi 15—25 m la suliţă.

În timpul elanului, jumătatea inferioară a corpului se deplasează mai repede decît cea superioară, care rămîne mai în urmă, împreună cu mîna care ţine obiectul de aruncat. Se creează un moment numit de unii autori „depăşirea aparatului", al cărui rol este de a accentua la maximum starea de tensiune a lanţurilor musculare care vor efectua efortul de aruncare, contribuind prin aceasta la creşterea randamentului aruncării. Este necesar ca şi în cadrul elanului să existe o coordonare cît mai bună a impulsurilor parţiale care pun în contracţie succesiv sau simultan diferite grupe musculare.

c) *Efortul final* adaugă vitezei produse de elan un impuls nou, care face să crească viteza iniţială. El este rezultatul contracţiei puternice (explozive) a grupelor şi lanţurilor musculare specifice fiecărei aruncări în parte (fig. 307, 308).

În momentul terminării elanului pot apare (în condiţiile unei tehnici mai puţin avansate) forţe de frînare, care rezultă din încetinirea elanului şi fixarea puternică pe sol a corpului în scopul de a se crea o bază de sprijin corespunzătoare efortului de aruncare; aceste forţe de frînare trebuie micşorate cît mai mult posibil, fapt care se realizează treptat în procesul antrenamentului.

În cazul efortului final, începutul îl fac masele musculare ale trunchiului, la nivelul bazinului şi regiunii lombare, care se contractă puternic, urmate de contracţia celorlalte grupe musculare ale corpului şi membrelor, într-o succesiune asemănătoare unei unde contractile care porneşte din regiunea C.G.G. şi difuzează către extremităţi.

Lanţurile musculare care efectuează efortul final de aruncare antrenează grupe musculare antagoniste, dintre care unele acţionează după tipul dinamic „de învingere" (concentric), iar celelalte prin „cedare" (excentric). Lanţurile musculare specifice fiecărui stil de aruncare vor fi descrise la capitolele respective. Important de subliniat este faptul că efortul final de împingere, lansare sau azvîrlire — trebuie continuat cît mai mult posibil.

Scanned with OKEN Scanner

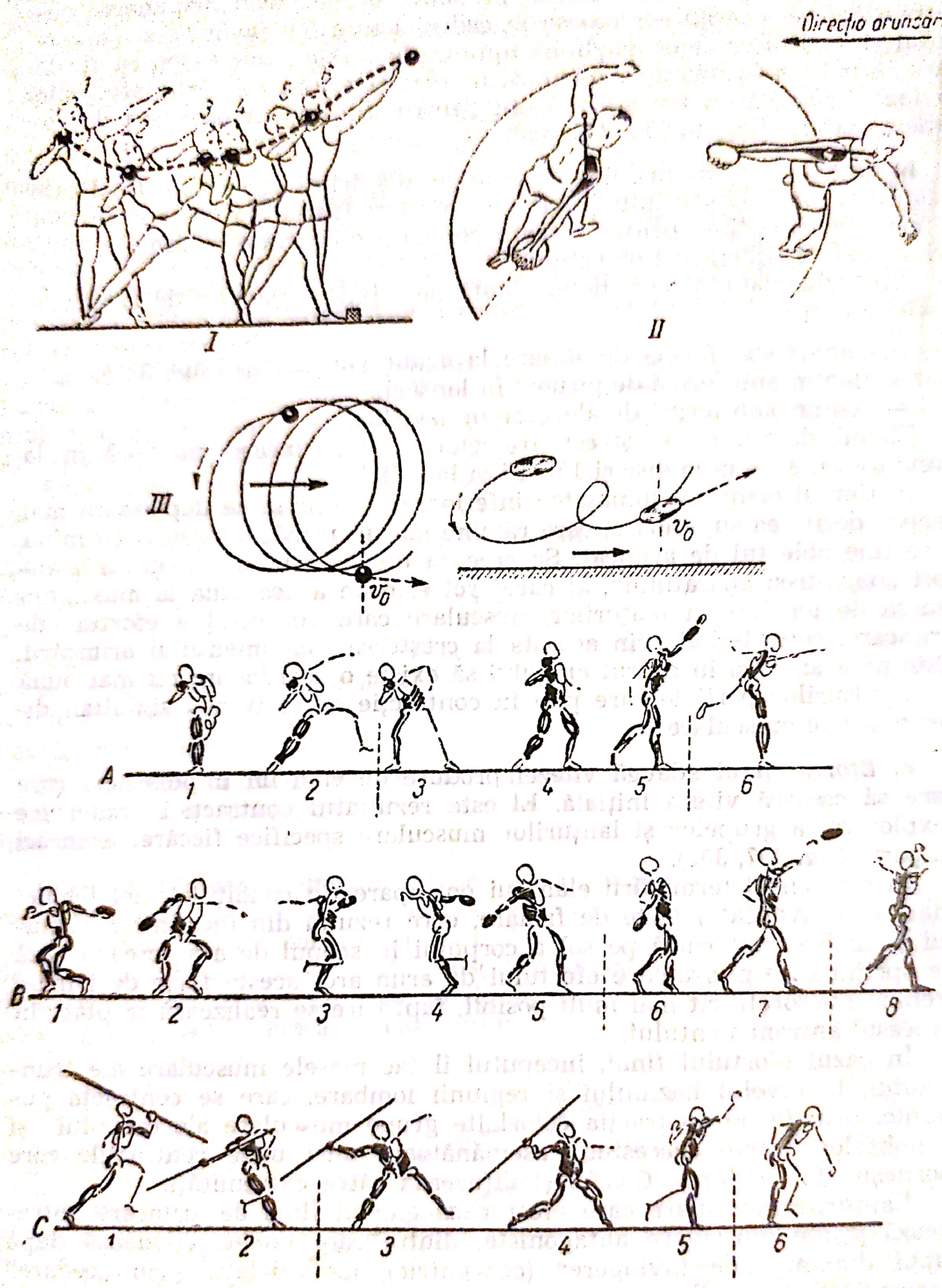
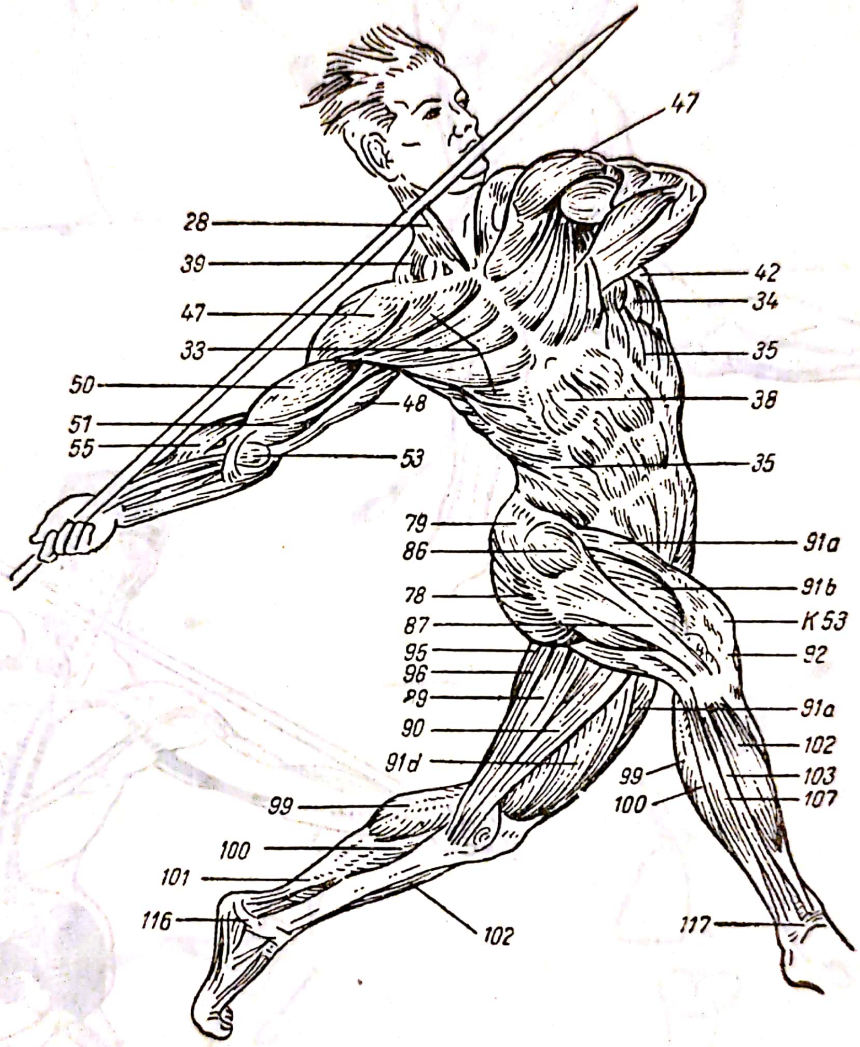


Fig. 305. Aruncarea greutăţii, discului şi suliţei.

I — Traiectoria cetrului de greutate în aruncarea greutăţii; *II* — Efortul dinamic în aruncarea discului; *III* — Unghiul de zbor şi viteza iniţială (Vo); *A* — Aruncarea greutăţii = *1, 2, 3* elanul; *4, 5* = impulsia; *6* — restabilirea; *B* — Aruncarea discului — *1, 2, 3, 4, 5* elanul; *6, 7* — efortul final; *8* — restabilirea după lansare; *C* — Aruncarea suliţei —*1, 2, 3* — elanul; *4, 5* — efortul final; *6* — restabilirea după asvîrlire.

Scanned with OKEN Scanner

Pe lîngă efortul dinamic, în toate stilurile de aruncări musculatura depune și un important efort static. Poziția corpului aruncătorului în timpul efortului final este de echilibru nestabil. Din această cauză, împingerea C.G.G. înainte produce dezechilibrarea corpului, fiind necesar un efort static „de fixare" (echilibrare). Această activitate statică antrenează numeroase grupe și lanțuri musculare, mai solicitate fiind cele ale membrului inferior, care execută impulsia, și musculatura șanțurilor vertebrale.

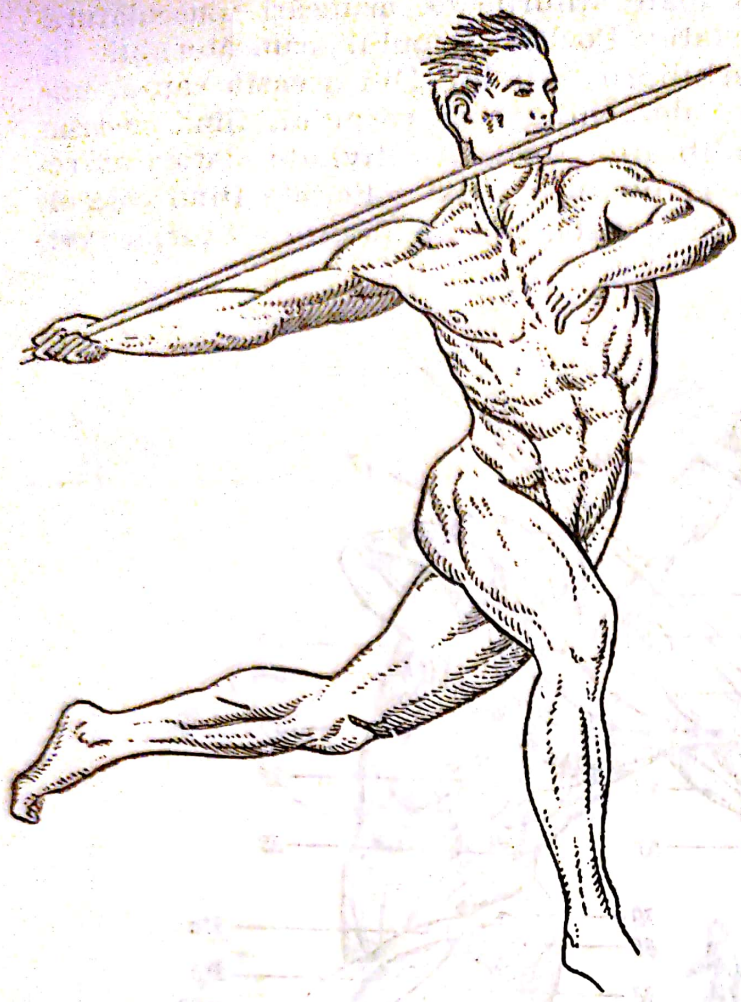


I

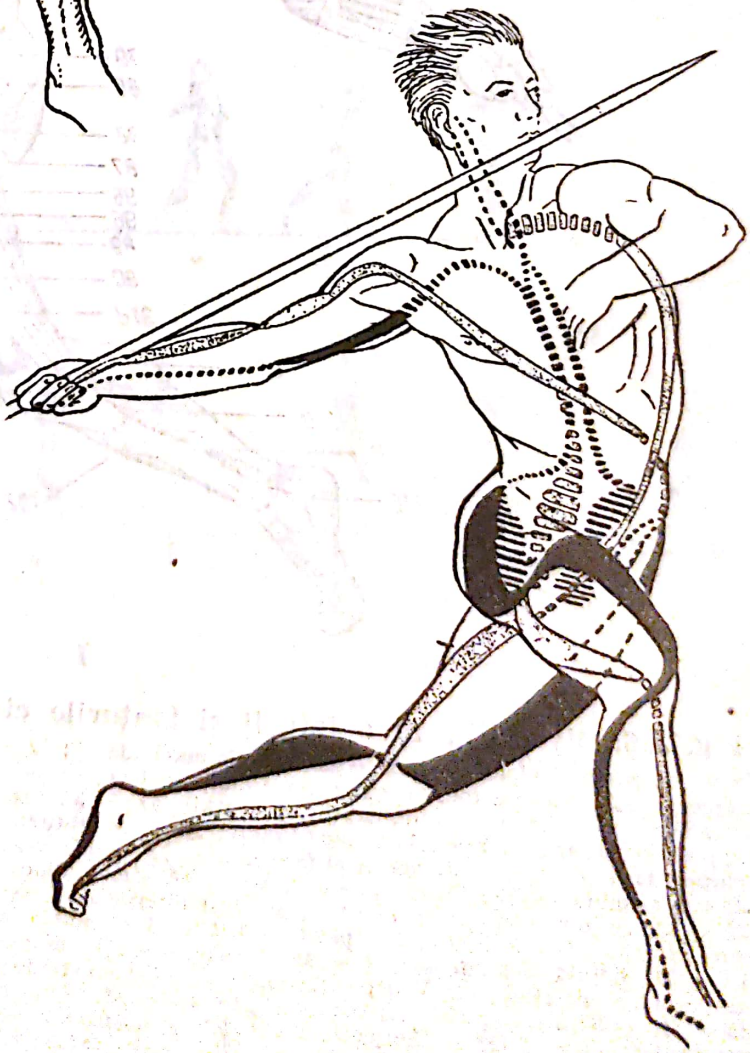
Fig. 306. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice la un aruncător cu suliță.

28 — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — Fascia lata; *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *89* — M. drept intern (gracillis); *90* — M. croitor (sartorius); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille; *116 102* — M. tibial anterior (tibialis anterior) *47* — M. deltoid (deltoideus); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralismajor); *35* — M. oblic mare (. oblicus externus); *38* — M. dreptul abdominal (recuts abdominis); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 b)* — M. vast lateral — (vastus lateralis); *K 53)* — Rotula (patella); *92* — Ligamentul rotulian; *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius) *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure).

Scanned with OKEN Scanner



II



III

Scanned with OKEN Scanner

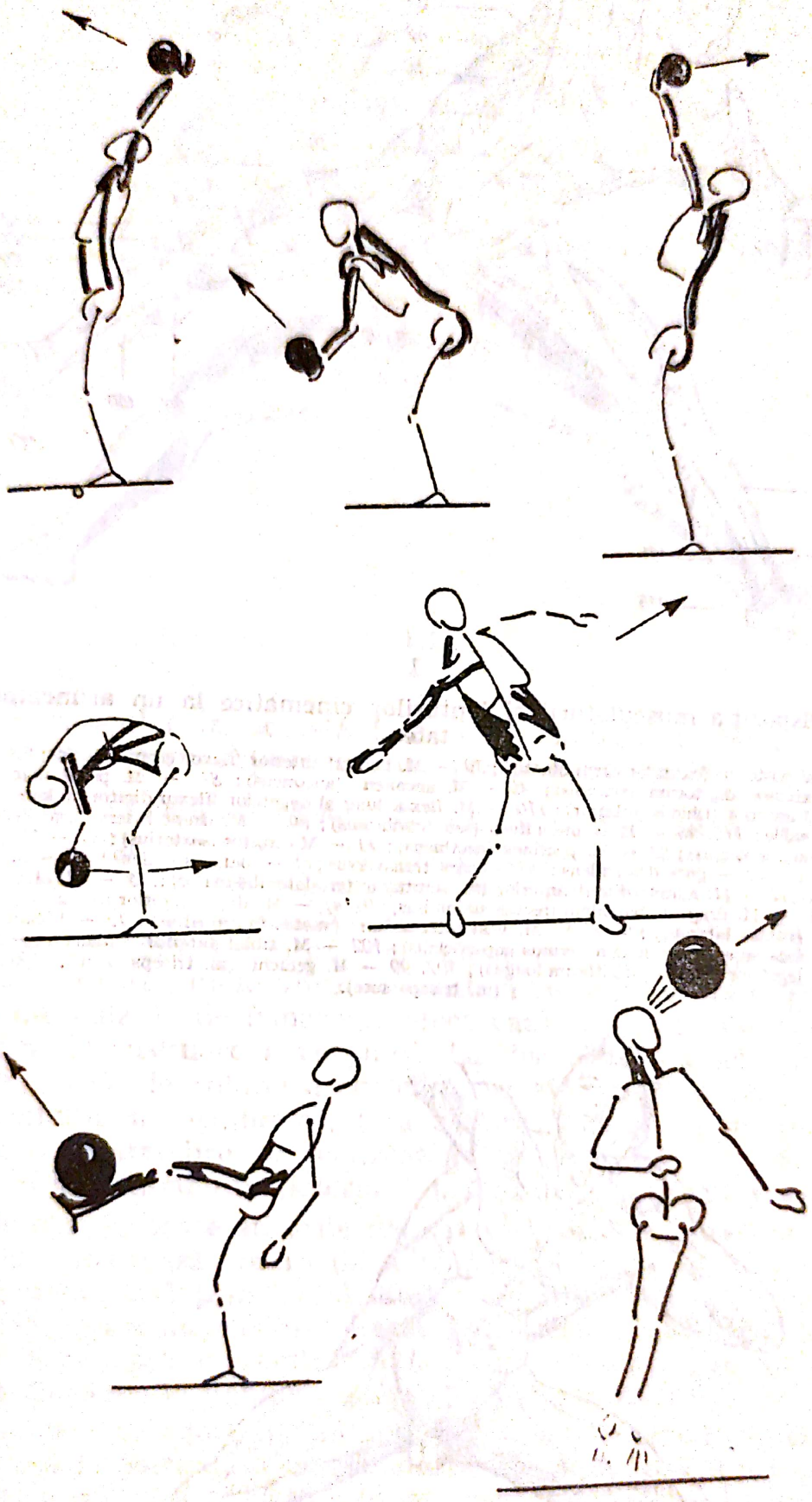
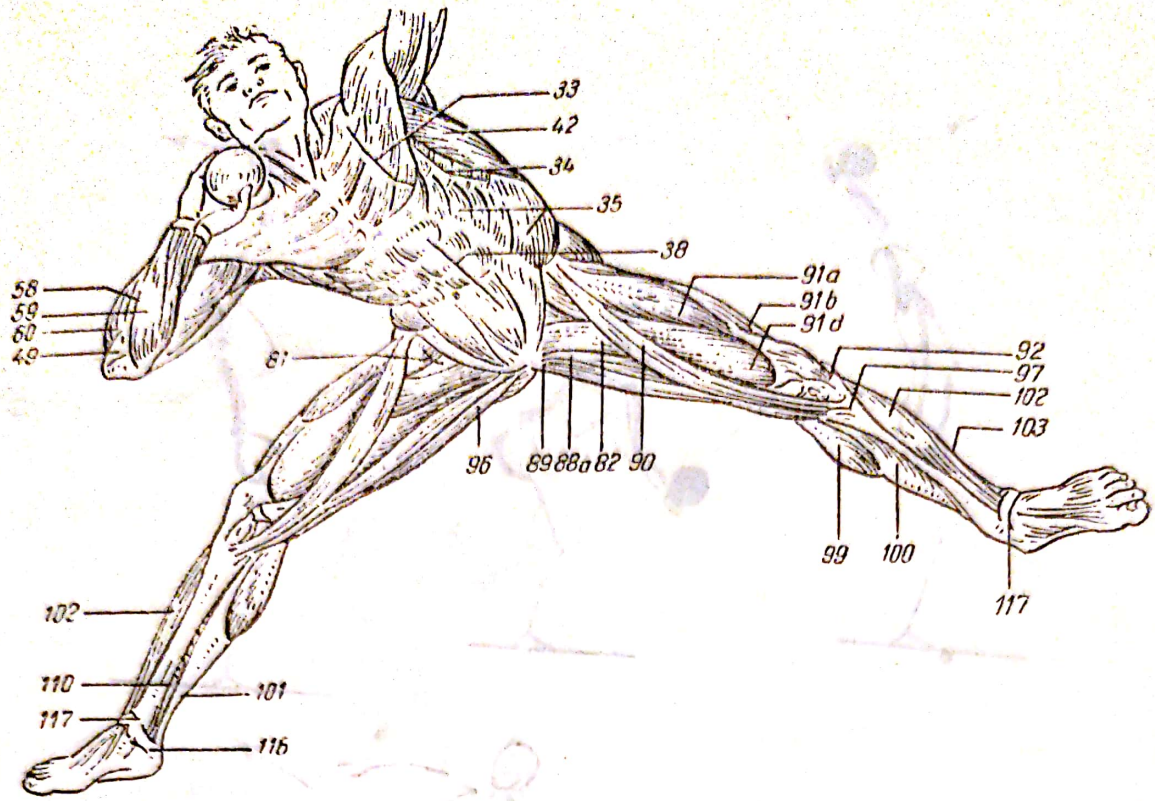


Fig. 307. Lanţurile musculare care asigură aruncarea diferitelor obiecte, minge, disc.

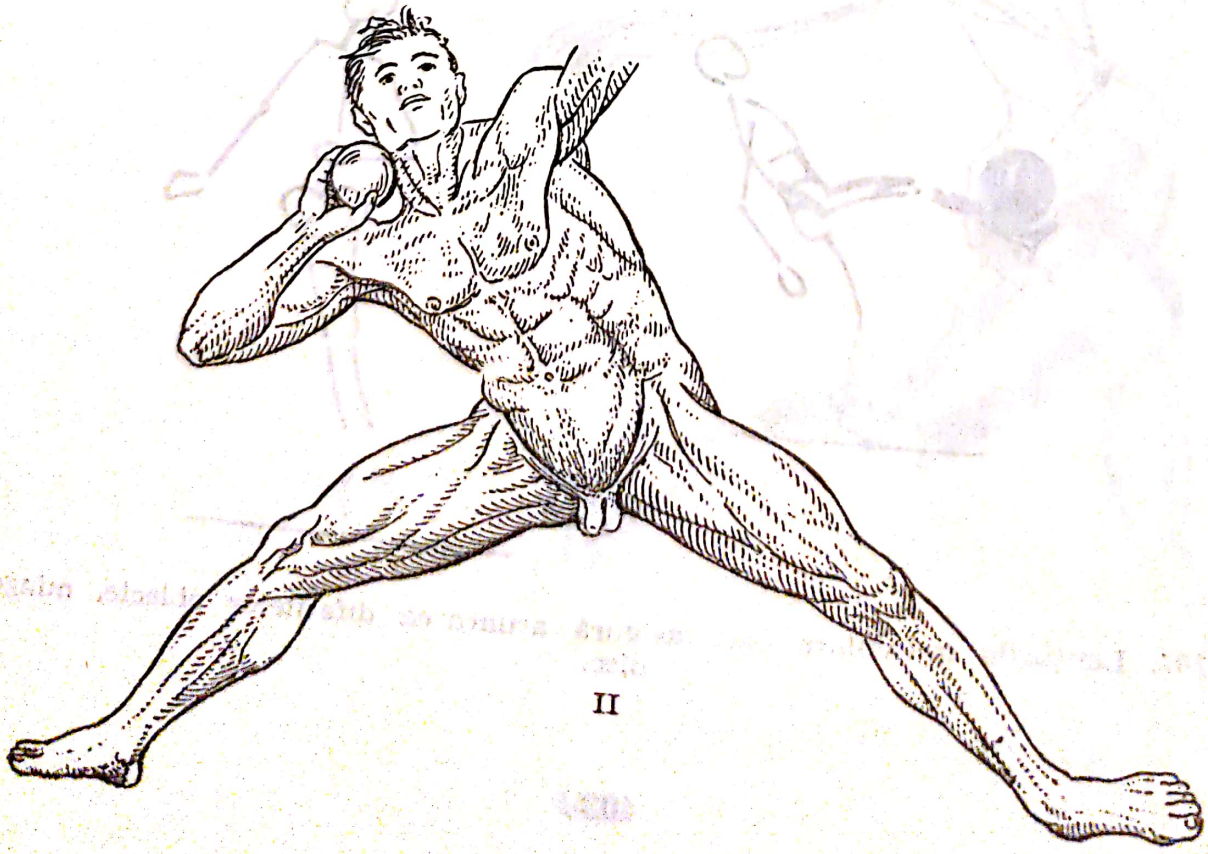
Scanned with OKEN Scanner



I

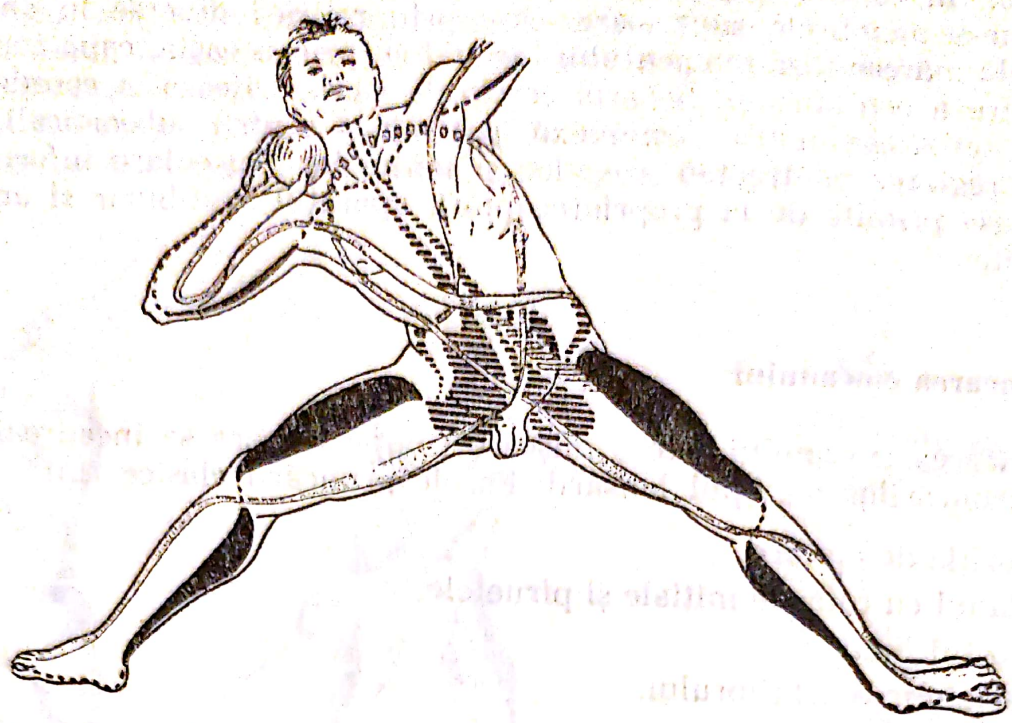
Fig. 308. Dispoziția musculaturii și lanțurilor cinematice la un aruncător cu greutatea.

58 — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum comunis); *49* — M. anconeu (anconeus); *81* — M. psoas iliac (psoas iliacus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *117. 101* — Tendonul lui Achille; *116. 96* — M. semitendinos (semitendinosus); *89* — M. drept intern (gracillis); *88 a)* — M. aductor lung (aductor longus); *82* — M. pectineu (pectineus); *90* — M. croitor (sartorius); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *35* — M. oblic mare (m. obliquus externus); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *92* — Ligamentul rotulian; *97* — Laba de gîscă superficială (pas anserinus superficialis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107. 99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure).



II

Scanned with OKEN Scanner



III

Efortul muscular în această fază finală trebuie să fie maxim, condiţie esenţială pentru obţinerea unor performanţe înalte.

d) *Faza de restabilire* începe de îndată ce obiectul a părăsit mîna aruncătorului. Ea are drept scop principal restabilirea echilibrului corpului în cadrul spaţiului reglementat prin regulamentul aruncării. Frînarea vitezei orizontale sau rotatorii şi oprirea corpului după aruncare se efectuează în diferite forme, în funcţie de tipul de aruncare. Astfel, la aruncarea suliţei, unde viteza orizontală restantă e mare, pe lîngă activitatea musculară de frînare se efectuează şi un pas lung pentru mărirea bazei de susţinere a corpului. La disc şi la ciocan, unde trebuie frînată mişcarea de rotaţie a corpului, se efectuează o serie de mişcări ale trunchiului şi membrelor, fără a părăsi solul. La greutate, efortul principal de restabilire se realizează fără deplasări ale membrelor inferioare, prin contribuţia puternică a lanţurilor musculare ale acestora.

În general, la toate stilurile de aruncări, efortul muscular în faza de restabilire antrenează contracţia a numeroase grupe şi lanţuri musculare antagoniste, însă principalul efort îl depun lanţurile musculare antagoniste celor care au efectuat elanul şi impulsia finală. De data aceasta, lanţurile musculare respective depun efort dinamic „de învingere", iar cele care au executat impulsia, efort dinamic „de cedare".

Elementele de efort dinamic sînt completate simultan de o participare statică importantă a musculaturii, necesară restabilirii şi asigurării echilibrului corpului aflat în echilibru nestabil. O contribuţie mai importantă sub aspect dinamometric îl aduc muşchii şanţurilor vertebrale şi lanţurile musculare ale membrelor inferioare — tripla extensie, tripla flexie, lanţul adductorilor coapsei şi spinaţiei labei piciorului, precum şi lanţul abductorilor coapsei şi al pronatorilor labei piciorului. La disc

și ciocan, în restabilirea echilibrului după lansare, un rol important îl îndeplinesc membrele superioare, care prin mișcări diverse în abducție humerală măresc raza momentului inerțial și, prin aceasta, capacitatea de restabilire a echilibrului. Scoarța cerebrală care dirijează și coordonează această activitate motrică complexă, precum și centrii subcorticali, folosesc în reglarea contracției grupelor și lanțurilor musculare informațiile numeroase primite de la proprioreceptori, aparatul vestibular și analizatorul optic.

Aruncarea ciocanului

Aruncarea ciocanului este o mișcare complexă care se încadrează în grupa aruncărilor de tipul lansării. Fazele aruncării clasice sînt:

a) poziția de plecare;
b) elanul cu rotările inițiale și piruetele;
c) efortul final și
d) restabilirea echilibrului.

În timpul elanului și efortului final se dezvoltă o puternică forță centrifugă, care este echilibrată pînă la eliberare de către musculatura corpului; forța centrifugă dezvoltată se exercită sub formă de tracțiuni aplicate asupra mînerului ciocanului și prin acesta asupra lanțurilor musculare ale corpului. Analiza biomecanică a fazelor mișcării de aruncare a ciocanului arată o îmbinare de efort muscular dinamic și static. În prima parte a elanului, aruncătorul, aflat cu spatele în direcția aruncării, imprimă ciocanului o mișcare circulară în plan înclinat; în cea de a doua parte a elanului, o dată cu intrarea în prima piruetă, începe rotarea întregului sistem aruncător-ciocan concomitent cu o mișcare de translație, corpul înaintînd cu circa 50—55 cm la fiecare din cele trei piruete (fig. 309, 310). Ca urmare a acestor mișcări, ciocanul primește o accelerație care crește progresiv și ajunge la maximum în momentul efortului final. O dată cu accelerația crește și valoarea forței centrifuge, căreia trebuie să-i facă față aruncătorul printr-un efort considerabil, în care se îmbină activitatea dinamică „de cedare" cu cea statică „de echilibrare".

Particularitățile biomecanice ale fiecărei faze sînt:

a) *Poziția de plecare:* aruncătorul intră în cerc, se așază cu spatele către direcția aruncării și picioarele depărtate la lățimea umerilor, astfel ca greutatea corpului să fie egal repartizată pe ambele membre inferioare. Mînerul ciocanului se prinde ferm cu ambele mîini, în așa fel ca prima mînă care apucă să corespundă cu direcția rotirii ciocanului; de regulă, mîna stîngă, întrucît la dreptaci rotirea se face de la dreapta spre stînga.

b) *Elanul* constă în rotări și piruete; în mod obișnuit sînt două rotări și trei piruete. Rotările trebuie să se facă cît mai larg, spre a descrie o circumferință cît mai mare și în viteză maximă. Sprijinul pe membrele inferioare se va deplasa în partea opusă locului unde se află ciocanul,

Scanned with OKEN Scanner

genunchii fiind ușor flexați. Sportivul nu trebuie să urmărească cu capul și ochii mișcarea ciocanului. Accelerarea mișcării trebuie să fie progresivă, lentă, fără smucituri, căutînd să se asigure ciocanului o mișcare cu amplitudine cît mai mare.

Este foarte important momentul de trecere de la ultima rotare la prima piruetă, cunoscut în tehnică sub denumirea de „intrare în pirue-

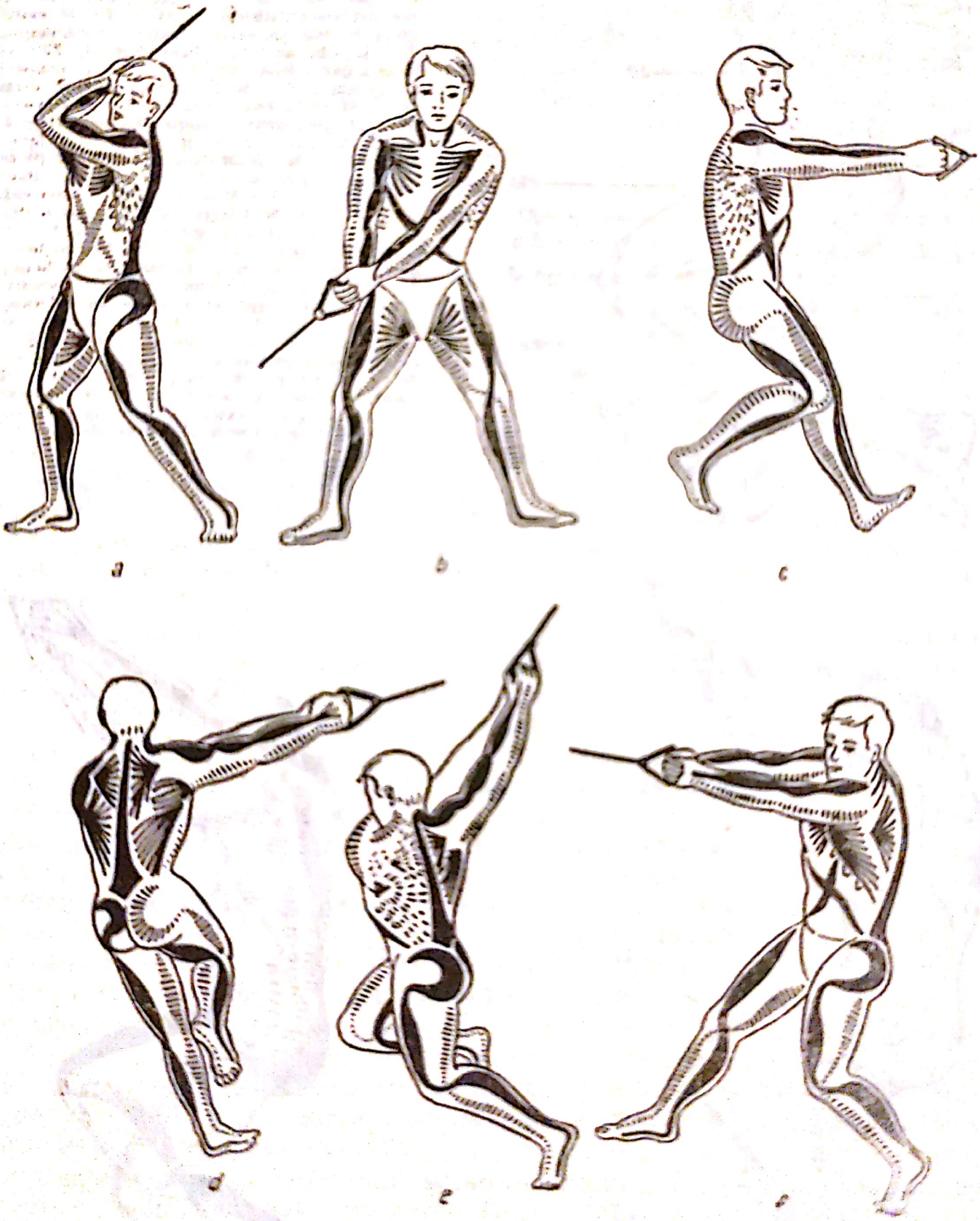


Fig. 309. Aruncarea ciocanului a, b, c: faze ale rotării, care preced piruetelor, cu lanțurile musculare care le asigură.

genunchii fiind ușor flexați. Sportivul nu trebuie să urmărească cu capul și ochii mișcarea ciocanului. Accelerarea mișcării trebuie să fie progresivă, lentă, fără smucituri, căutind să se asigure ciocanului o mișcare cu amplitudine cît mai mare.

Este foarte important momentul de trecere de la ultima rotare la prima piruetă, cunoscut în tehnică sub denumirea de „intrare în pirue-

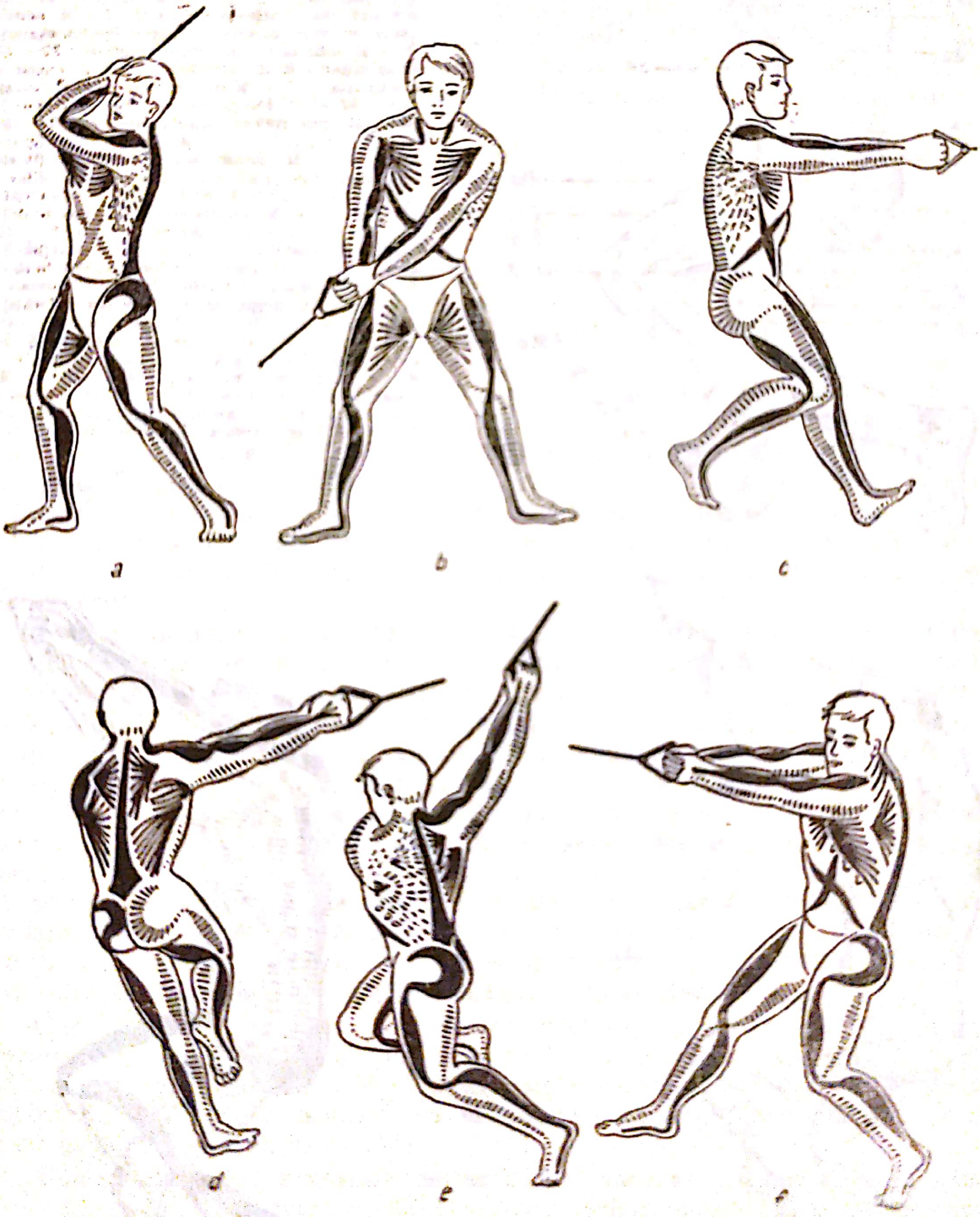


Fig. 309. Aruncarea ciocanului a, b, c: faze ale rotării, care preced piruetelor, cu lanțurile musculare care le asigură.

Scanned with OKEN Scanner

genunchii fiind ușor flexați. Sportivul nu trebuie să urmărească cu capul și ochii mișcarea ciocanului. Accelerarea mișcării trebuie să fie progresivă, lentă, fără smucituri, căutînd să se asigure ciocanului o mișcare cu amplitudine cît mai mare.

Este foarte important momentul de trecere de la ultima rotare la prima piruetă, cunoscut în tehnică sub denumirea de „intrare în pirue-

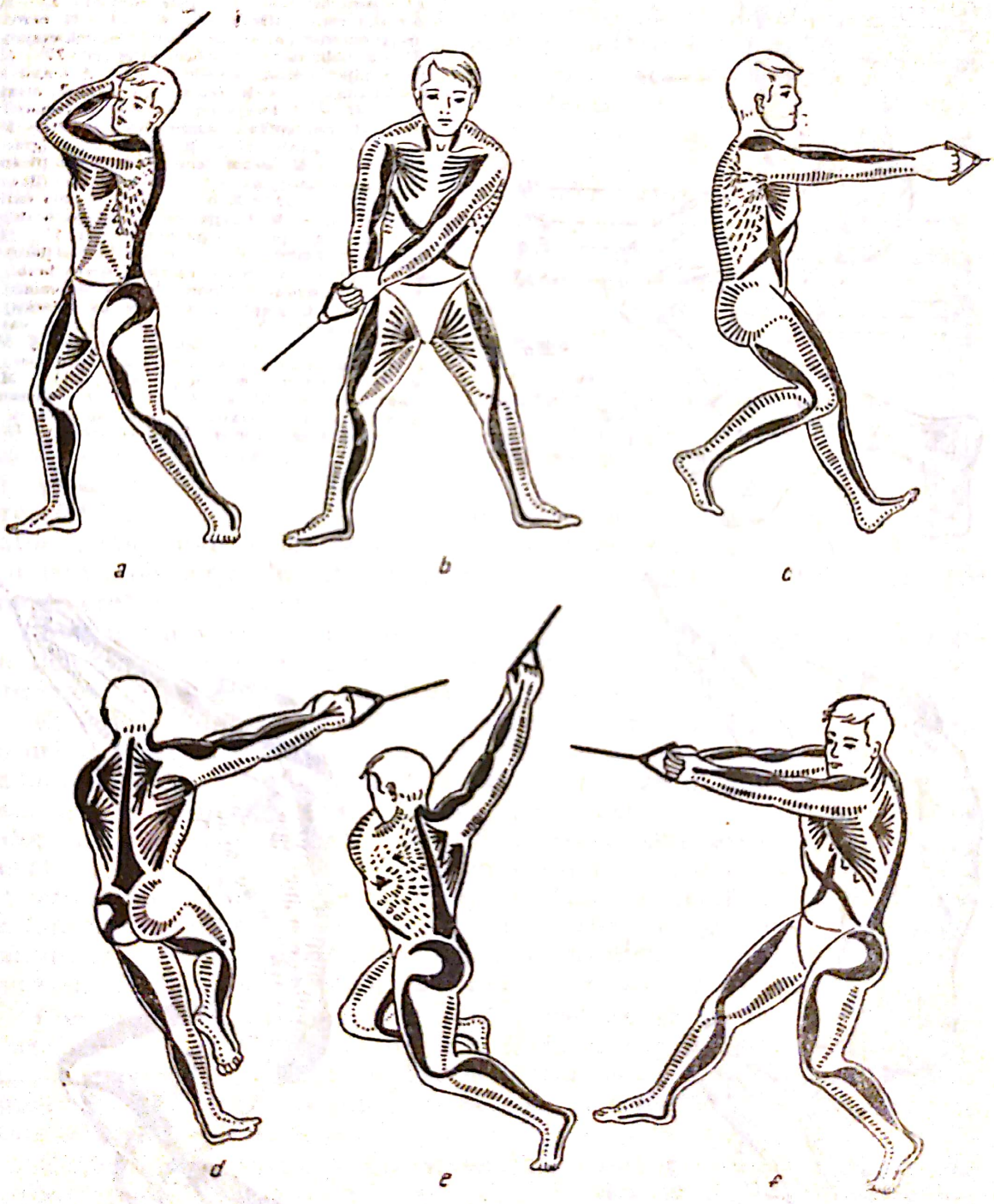


Fig. 309. Aruncarea ciocanului a, b, c: faze ale rotării, care preced piruetelor, cu lanțurile musculare care le asigură.

Scanned with OKEN Scanner

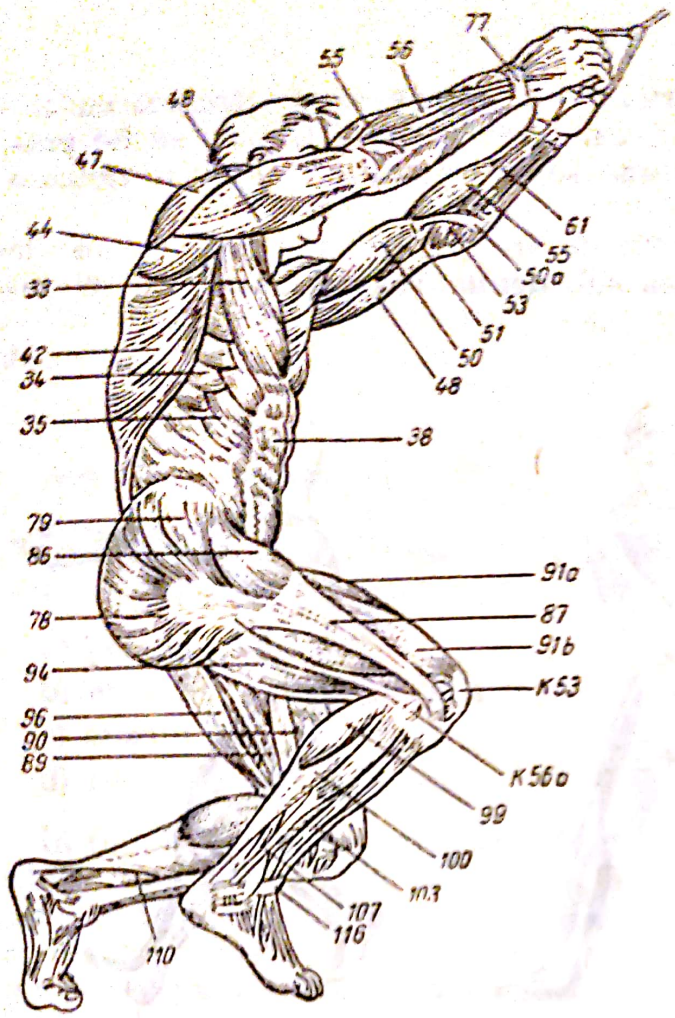
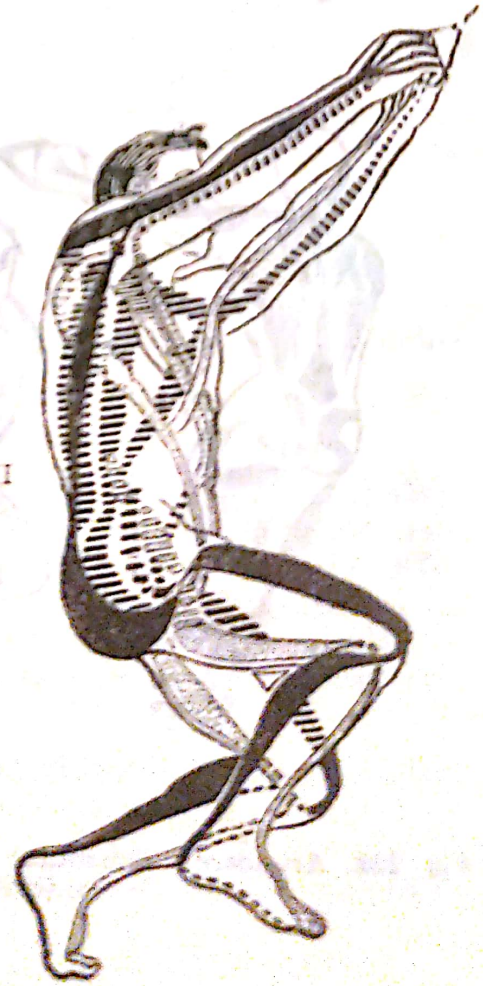


Fig. 310. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice la un aruncător cu ciocanul.

(după K. Tittel)

77 — Ligamentul anterior transvers al carpului; *56* — M. prim radial extern; *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *47* — M. deltoid (deltoideus); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars traversus; *c)* — pars ascendens; *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralismajor); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *90* — M. croitor (sartorius); *89* — M. drept intern (gracilis); *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *61* — M. palmarul mare (flexor carpi radialis); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *50 a)* — M. biceps brahial (biceps brahi); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *51* — M. brahial (brahialis); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *87* — Fascia lata; *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *K 53* — Rotula (patella); *K 56 a)* — Epifiza proximală a peroneului (fibullae); *99)* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps) sure; *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *116*

II



III

Scanned with OKEN Scanner

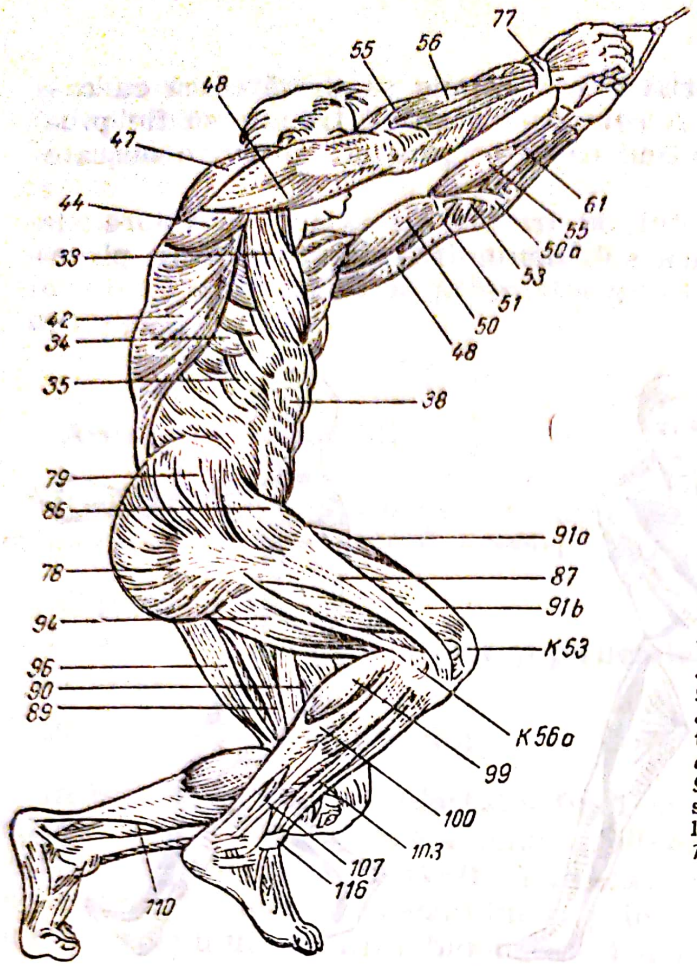
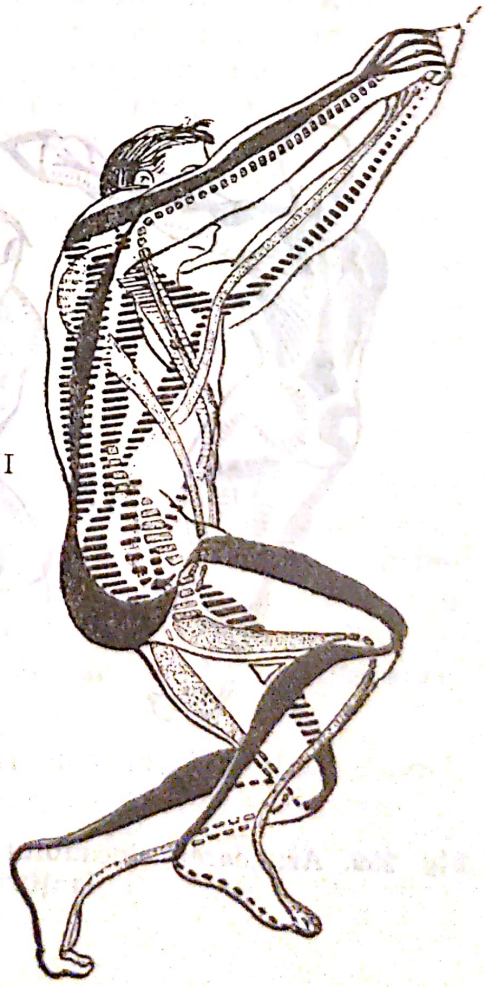


Fig. 310. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice la un aruncător cu ciocanul.

(după K. Tittel)

77 — Ligamentul anterior transvers al carpului; *56* — M. prim radial extern; *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *47* — M. deltoid (deltoideus); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars traversus; *c)* — pars ascendens; *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralismajor); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *90* — M. croitor (sartorius); *89* — M. drept intern (gracilis); *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *61* — M. palmarul mare (flexor carpi radialis); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *50 a)* — M. biceps brahial (biceps brahi); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *51* — M. brahial (brahialis); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *87* — Fascia lata; *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *K 53* — Rotula (patella); *K 56 a)* — Epifiza proximală a peroneului (fibullae); *99)* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps) sure; *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *116*

II



III

Scanned with OKEN Scanner

tă", întrucît se trece de la sprijinul bilateral la cel unilateral, aruncătorul formînd împreună cu ciocanul un sistem unic, care se vor roti împreună.

În momentul intrării în piruetă aruncătorul se află într-o poziție joasă, cu genunchii îndoiți, bazinul retras, spatele fixat (blocat), iar brațele întinse. Pivotarea începe de obicei pe călcîiul stîng, cu vîrful ușor ridicat, genunchiul se întinde; pivotarea pe piciorul stîng — în prima parte — se face printr-o rotire de aproximativ 180° pe călcîi, care se continuă cu o rotire de alte 180° pe pingea (rotire „toc-vîrf"). Piciorul drept se sprijină pe sol numai cu vîrful, apoi se desprinde, în timp ce piciorul stîng — pivot se flexează din genunchi, opunînd rezistență forței centrifuge, care în condițiile unui sprijin unilateral tinde să tragă corpul către ciocan. Urmează contactul piciorului drept cu solul, care trebuie să se facă la o depărtare de 50—60 cm de cel stîng, în momentul cînd ciocanul coboară. În felul acesta urmează și celelalte piruete; umerii trebuie să fie coborîți, spatele arcuit și blocat, avînd musculatura puternic încordată în efort „de cedare"; capul este recomandabil să anticipeze mișcarea. Viteza de rotire trebuie să fie progresiv crescîndă, realizîndu-se printr-un efort dinamic, „de învingere", al lanțurilor musculare rotatoare (încrucișate ale trunchiului), ajutate de cele ale membrelor inferioare, care completează și amplifică rotirea începută de trunchi. Pe măsură ce ne apropiem de sfîrșitul piruetelor, flexarea genunchilor este mai accentuată, iar contactul piciorului drept cu solul se face tot mai aproape de cel stîng. Axa trunchiului și membrelor inferioare este oblică și opusă locului de trecere a ciocanului, pentru a putea echilibra forța crescîndă de tracțiune a acestuia. În tot timpul piruetelor brațele vor fi întinse, musculatura lor protejînd articulațiile prin efort static „de consolidare", iar degetele asigurînd priza mînerului prin efortul static „de menținere" al flexorilor.

Pentru obținerea unei viteze de rotație cît mai mare este necesar ca în timpul piruetelor să existe o echilibrare permanentă între tracțiunea crescîndă produsă de forța centrifugă și efortul muscular care i se opune.

Elanul este asigurat de efortul combinat, static și dinamic, al musculaturii corpului; de calitatea sa depinde în cea mai mare măsură performanța aruncării. Cea mai importantă contribuție o aduc mușchii rotatori ai trunchiului și membrelor inferioare, care asigură în timpul rotirilor și piruetelor accelerația optimă necesară. Din acest motiv este indicat ca în metodica pregătirii aruncătorilor de ciocan să se prevadă exerciții care să determine creșterea calităților de forță și viteză la aceste lanțuri rotatoare. Dat fiind faptul că specificul biomecanic al activității lanțurilor rotatoare este dinamic „de învingere", se vor folosi exerciții care să solicite izoton aceste grupe și lanțuri musculare.

Concomitent, musculatura corpului trebuie să asigure echilibrarea forței de tracțiune a ciocanului care tinde să deplaseze întregul corp și să mențină echilibrul în cadrul unui spațiu restrîns. Este vorba de două tipuri de activitate musculară, ce se adaugă activității descrise mai sus, care asigură mișcarea de rotație.

Contrabalansarea tracțiunii ciocanului se face prin efort dinamic „de cedare" (lucru muscular rezistent), unde sarcina principală este îndeplinită de lanțul mușchilor vertebrali și lanțul triplei extensii de la membrele inferioare. La echilibrarea corpului se depune efort static „de fi-

Scanned with OKEN Scanner

xare", unde acționează lanțurile musculare ventrale și dorsale ale trunchiului și membrelor inferioare (tripla flexie și extensie). Specificul biomecanic al acestei probe arată că de fapt efortul static este, pentru mușchii șanțurilor vertebrale și lanțul triplei extensii de la membrele inferioare, un efort, de „menținere", dat fiind tracțiunea ciocanului și aplecarea opusă a corpului față de locul unde se găsește ciocanul care trage puternic.

Din această analiză rezultă că atît activitatea musculară „de cedare", cît și cea „de fixare" solicită în principal aceleași lanțuri musculare (șanțurile vertebrale și tripla extensie), ceea ce impune ca în metodica antrenamentului aruncătorilor să fie introduse metode de creștere a forței în primul rînd pentru aceste lanțuri musculare. Introducerea unor exerciții izometrice pentru lanțurile musculare amintite este indicată, însă cu respectarea particularităților generale ale antrenamentului întregii musculaturi, îmbinîndu-se armonios exercițiile cu caracter dinamic cu cele statice (izometrice).

c) *Efortul final* are drept scop să amplifice viteza căpătată de ciocan ca urmare a executării elanului. Către sfîrșitul ultimei piruete, aruncătorul își fixează ambele picioare pe sol, se răsucește energic spre stînga, extinde genunchii o dată cu extensia în întregime a membrelor inferioare, spatele și bazinul. La sfîrșitul acestei extensii generalizate eliberează brusc ciocanul, lansîndu-l pe tangenta circumferinței de rotație, sub un unghi optim de 42—44°, forate aproape de unghiul teoretic ideal de 45°.

Efortul muscular intens „de învingere" este efectuat de mușchii șanțurilor vertebrale și tripla extensie de la membrele inferioare. În același timp, membrele superioare care țin ciocanul sînt consolidate de efortul lanțurilor musculare antagoniste, pentru a putea echilibra forța centrifugă care atinge maximum în acest moment.

d) *Restabilirea echilibrului după aruncare* trebuie să frîneze rotirea continuă către stînga, precum și tendința corpului de a cădea depășind cercul regulamentar. Ea este asigurată de către lanțurile musculare rotatoare opuse celor care au asigurat răsucirea corpului către stînga, precum și de către mușchii șanțurilor vertebrale și tripla extensie prin efort dinamic „de cedare".

Făcînd o sinteză a activității musculare, rezultă că în aruncarea ciocanului lanțurile musculare cele mai solicitate sînt: rotatorii către stînga ai trunchiului și membrelor inferioare, mușchii șanțurilor vertebrale și tripla extensie de la membrele inferioare. Activitatea dinamică „de învingere" și „de cedare" a acestor lanțuri musculare se împletește cu activitatea statică „de fixare", depusă de lanțurile musculare antagoniste ale trunchiului și membrelor inferioare. La membrele superioare se depune o activitate statică „de consolidare".

Ținînd seama de aceste date, este recomandabil ca în antrenamentul aruncătorilor de ciocan să se introducă exerciții statice și dinamice în proporțiile corespunzătoare activității depuse de lanțurile musculare pe parcursul mișcării. În stabilirea exercițiilor trebuie să se țină seama ca acestea să nu fie prea diferite de deprinderea motrică de bază, spre a nu se crea deprinderi parazite; de asemenea, trebuie să se țină seama și de specificul activității musculare.

Scanned with OKEN Scanner

Aruncarea discului

Aruncarea discului este o aruncare de tip „lansare", în care sportivul execută o serie de mișcări însoțite de piruete, în vederea obținerii unei traiectorii cît mai lungi a discului; este o mișcare complexă, avînd patru faze:

a) *Pregătirea* pentru lansare constă din prinderea discului cu mîna dreaptă, urmată de o serie de mișcări de legănare, cu scopul de a asigura o poziție optimă pentru pornire în elan.

b) *Elanul* este format din cîteva mișcări „de avîntare", care constau din flexii și extensii succesive ale membrelor inferioare, urmate apoi de cîteva piruete. Avîntarea trebuie să realizeze punerea în stare de tensiune a lanțurilor musculare de la membrele inferioare, pregătindu-le pentru efortul final. Piruetele au drept scop realizarea unei viteze de rotație cît mai mari, necesară zborului discului pe o traiectorie cît mai lungă. În timpul elanului sînt solicitate în mod deosebit următoarele grupe și lanțuri musculare: în faza de avîntare acționează alternativ — prin efort dinamic „de învingere" și „de cedare" — mușchii șanțurilor vertebrale și tripla extensie; piruetele sînt executate de mușchii care rotesc trunchiul și membrele inferioare, iar în funcție de direcția de rotație acționează și lanțurile încrucișate ale abdomenului și sistemele oblice ale șanțurilor vertebrale, care se continuă cu lanțul triplei extensii de la membrele inferioare. În executarea piruetelor membrul superior care ține discul este în extensie și retroducție, lanțurile sale musculare fiind întinse, în stare de tensiune, pregătite astfel pentru efortul de lansare. Efectuarea cu maximum de viteză a piruetelor determină creșterea lungimii traiectoriei discului cu 3—8 m. Rezultă de aici marea importanță a executării corecte a elanului pentru creșterea performanței.

În însușirea tehnicii de lansare a discului, la începători apar forțe de frînare ale lanțurilor musculare antagoniste, care trebuie treptat eliminate printr-o coordonare neuro-musculară adecvată; aceasta se obține prin repetări multiple și în timp, pe măsură ce se stabilesc în scoarță și spațiile subcorticale legăturile temporare necesare coordonării fine a mișcărilor. Un rol important în procesul obținerii acestei coordonări revine informațiilor culese de proprioceptori și substanței reticulare. Aceste informații servesc în același timp la asigurarea echilibrului corpului sportivului care execută piruetele, dînd posibilitate centrilor motori de a contracara acțiunea forțelor care tind să producă dezechilibrarea

Este necesar ca în cadrul elanului să existe o coordonare cît mai bună a impulsurilor parțiale (H o c h m u t h) care pornesc de la centrii motori și care determină contracția simultană sau succesivă a diferitelor grupe musculare. În cazul cînd aceasta nu se realizează, cum se întîmplă la începători, existînd decalaje între intrarea în funcție a diferitelor grupe musculare, apar acțiuni neadecvate care acționează ca forțe de frînare sau dezechilibrare. Coordonarea impulsurilor parțiale în cadrul oricărei mișcări complexe are o foarte mare importanță în creșterea per-

Scanned with OKEN Scanner

formanței sportive și se obține numai în urma unui antrenament științific și condus cu multă răbdare.

c) *Efortul final* adaugă vitezei elanului o nouă forță motrică, care se aplică discului și-i mărește viteza inițială de lansare; această forță rezultă din contracția puternică a o serie de grupe musculare. Efortul muscular începe prin contracția puternică a maselor musculare ale trunchiului la nivelul bazinului și regiunii lombare. Succesiunea intrării în contracție a grupelor musculare poate fi asemănată cu o undă contractilă care pornește din regiunea C.G.G. al corpului și difuzează către extremități.

Este necesar să nu apară sau să fie micșorate la maximum forțele de frînare care pot surveni în faza finală a elanului, cînd se creează baza de sprijin necesară efortului final de lansare.

Acest efort final de lansare antrenează numeroase grupe care se succed, formînd un lanț muscular întins de la membrul superior care ține discul, trecînd peste torace și terminînd cu membrul inferior care asigură sprijinul pe sol. Acesta depune un efort dinamic „de învingere", în timp ce lanțul muscular antagonist cedează. Începînd de la mînă, lanțul muscular care dă impulsul final este format din extensorii degetelor (care eliberează discul), extensorii cotului, anteductorii și abductorii în articulația scapuloumerală, mușchii care fac deplasarea ventrală și bascula laterală a scapulei; de la membrul superior lanțul se continuă la trunchi cu grupele musculare rotatorii ale șanțurilor vertebrale și ale pereților abdominali, care încercuiesc oblic trunchiul iar la membrele inferioare cu lanțul triplei extensii (fig. 311, 312).

Poziția corpului sportivului în efortul final de lansare este de echilibru nestabil, din care cauză, în timpul acestui efort care dezechilibrează corpul prin împingerea înainte a C.G.G., este necesară și o contribuție statică „de fixare" (echilibrare). Această activitate statică antrenează numeroase grupe și lanțuri musculare, mai solicitate fiind cele ale membrelor inferioare și musculatura șanțurilor vertebrale. Dozarea efortului static pe parcursul efortului dinamic de lansare este strîns legată de informațiile proprioceptive care sosesc neîncetat la scoarța cerebrală de la mușchi, tendoane și ligamente. Păstrarea echilibrului corpului în faza de efort final este rezultatul unei sinteze corticale avînd la bază informațiile proprioceptive, la care se adaugă cele vestibulare și cele venite pe calea analizatorului vizual.

Caracteristica efortului final este de contracție maximă și prelungită.

d) *Faza de restabilire* începe de îndată ce discul a părăsit mîna aruncătorului. Ea are drept scop frînarea mișcării de rotație, deplasarea corpului înainte și restabilirea echilibrului. Această activitate este asigurată de grupele și lanțurile musculare antagoniste celor care au efectuat efortul final. La acest efort dinamic „de cedare" se adaugă o importantă componentă statică „de fixare" (echilibrare), unde rolul principal îl au mușchii șanțurilor vertebrale și lanțurile musculare antagoniste de la membrele inferioaore. Un rol însemnat în restabilirea echilibrului după lansarea discului revine și membrelor superioare, care efectuează mișcări laterale și de balansare.

Scanned with OKEN Scanner

Tinînd seama de cele arătate, este recomandabil ca în metodica antrenamentului discobolilor să se introducă exerciţii dinamice şi statice în proporţie corespunzătoare activităţii depuse de lanţurile musculare pe parcursul mişcării. În stabilirea exerciţiilor trebuie să se ţină seama, în afară de specificul activităţii musculare, şi de faptul că exerciţiile să nu fie prea diferite de deprinderea motrică de bază, spre a nu se crea deprinderi parazite, care să frîneze obţinerea unor performanţe înalte.

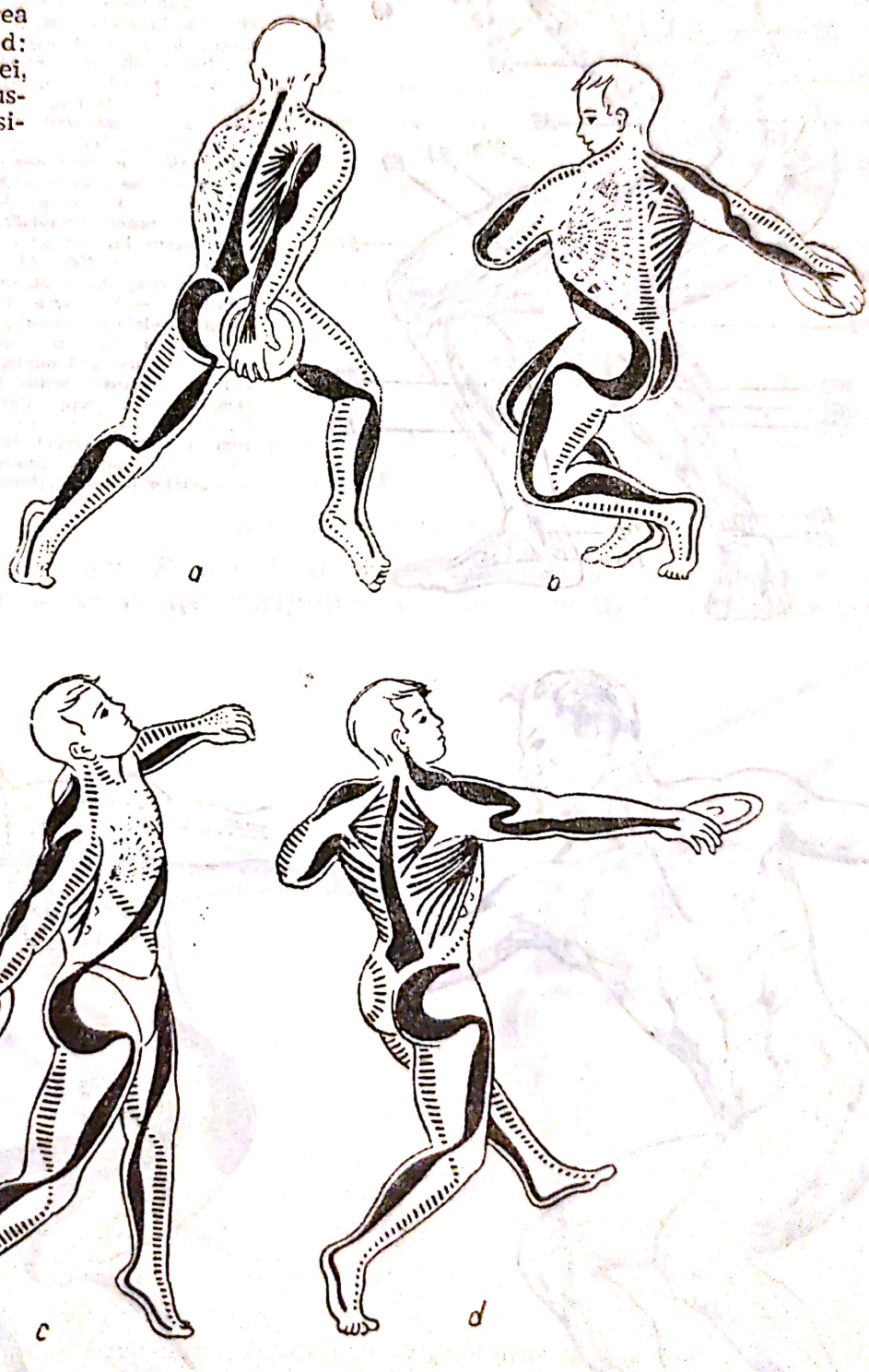


Fig. 311. Lansarea discului; a, b, c, d: faze ale piruetei, cu lanţurile musculare care le asigură.

Scanned with OKEN Scanner

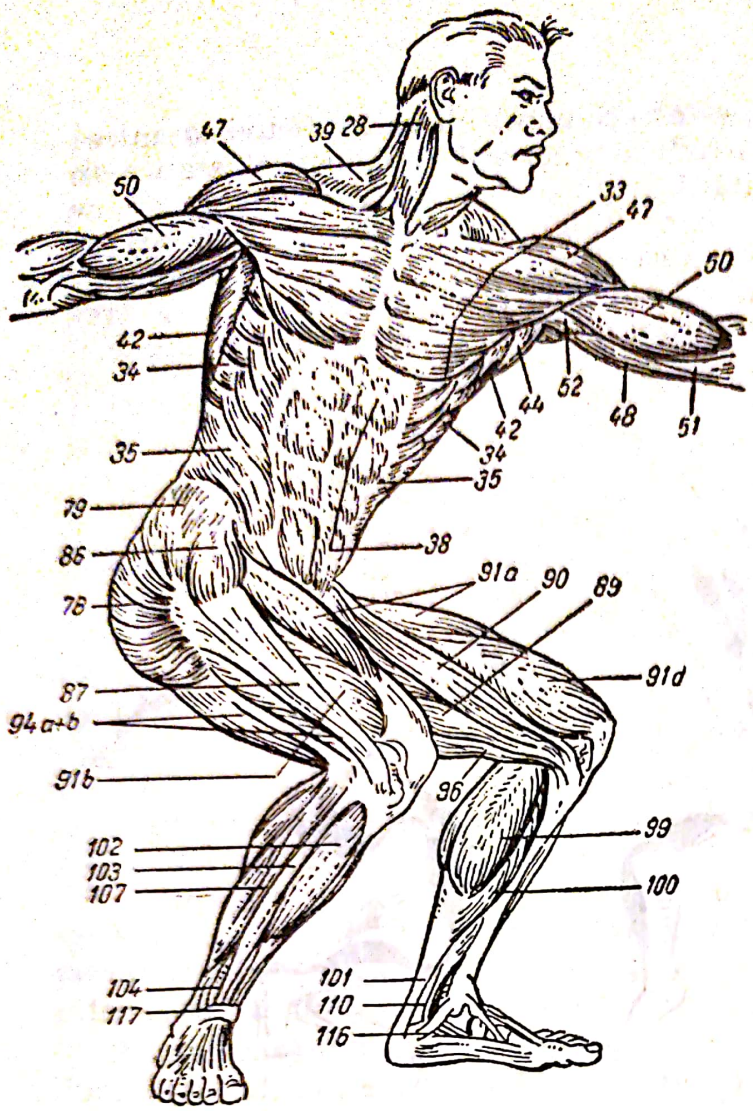


Fig. 312. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice în aruncarea discului.

28 — M. sternocleidomastoidian (sternocleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. serratus antero-lateralismajor); *35* — M. oblicmare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — Fascia lata; *94 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *104* — M. extensor scurt al degetelor (extensor digitorum brevis); *117.33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* pars descendens; *b)* pars transversus; *c)* pars ascendens; *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *52* — M. coraco — brahial (coraco — brahialis); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. serratus antero-lateralismajor); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *90* — M. croitor (sartorius); *89* — M. drept intern (gracillis); *91 d)* — M. vast intermediar — vastus intermedius; *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. sure); *101* — Teudonul lui Ahillce; *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *116.*

Scanned with OKEN Scanner

Aruncarea suliței

Aruncarea suliței este o aruncare de tip azvîrlire, care din punct de vedere tehnic și biomecanic are patru faze.

a) *Pregătirea* pentru azvîrlire constă din prinderea suliței cu mîna dreaptă și luarea poziției de plecare pentru elan.

b) *Elanul* constă dintr-o alergare accelerată progresiv, cu sulița depășind ușor umărul drept. Musculatura corpului depune un efort dinamic, asemănător celui din alergările de viteză. Cu cîțiva pași înainte de locul de azvîrlire sportivul efectuează faza de „depășire a aparatului", care constă din deplasarea înainte a bazinului, în timp ce membrul superior cu mîna care ține sulița (fig. 313) este dus mult înapoi, iar trunchiul se înclină pe spate. Rolul acestei faze este de a realiza o întindere a lanțurilor musculare care vor efectua efortul final de impulsie, mărind prin aceasta randamentul (fig. 314).

Este cunoscut faptul că lucrul mecanic efectuat de un mușchi sau o grupă (lanț) musculară se calculează după formula:

$$L \cdot m = F \times d$$

unde F este forța, iar d — deplasarea (lungimea scurtării mușchiului). Formula aceasta este valabilă în cazul cînd forța acționează în lungul deplasării. Dacă însă forța face cu deplasarea un unghi oarecare (α), formula de calcul a lucrului mecanic este:

$$L \cdot m = F \times d \times \cos \alpha.$$

În acest caz, forța F are două componente: una normală, care se anulează datorită rezistenței sprijinului și una tangențială, care produce

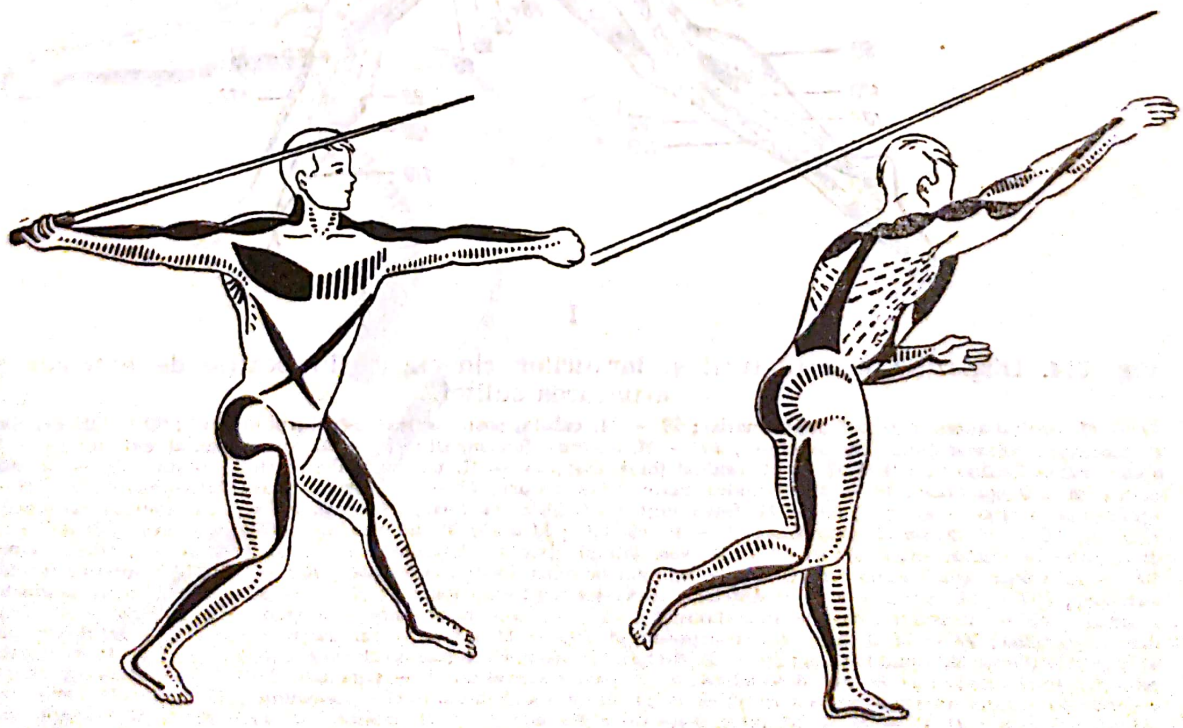


Fig. 313. Lanțurile musculare care asigură aruncarea suliței.

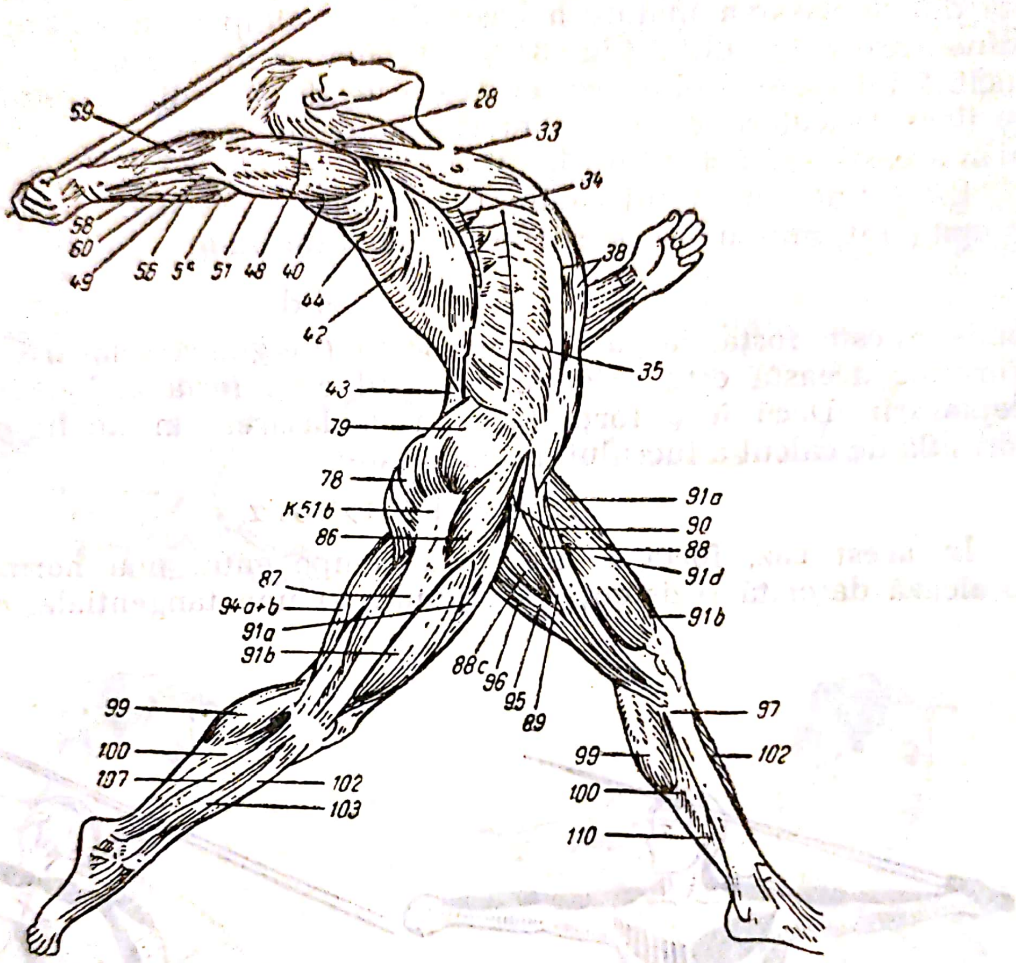
Scanned with OKEN Scanner

deplasarea obiectului sau segmentului corpului. Valoarea acestei componente tangențiale este:

$$F \times \cos\alpha.$$

(o cotetă este egală cu ipotenuza înmulțită cu cosinusul unghiului alăturat).

După legea lui Weber-Fick, scurtarea maximă a mușchiului se face pînă la o lungime cu 1/2 din lungimea părții cărnoase a mușchiului în repaus. După această lege, scurtarea determină amplitudinea mișcării la

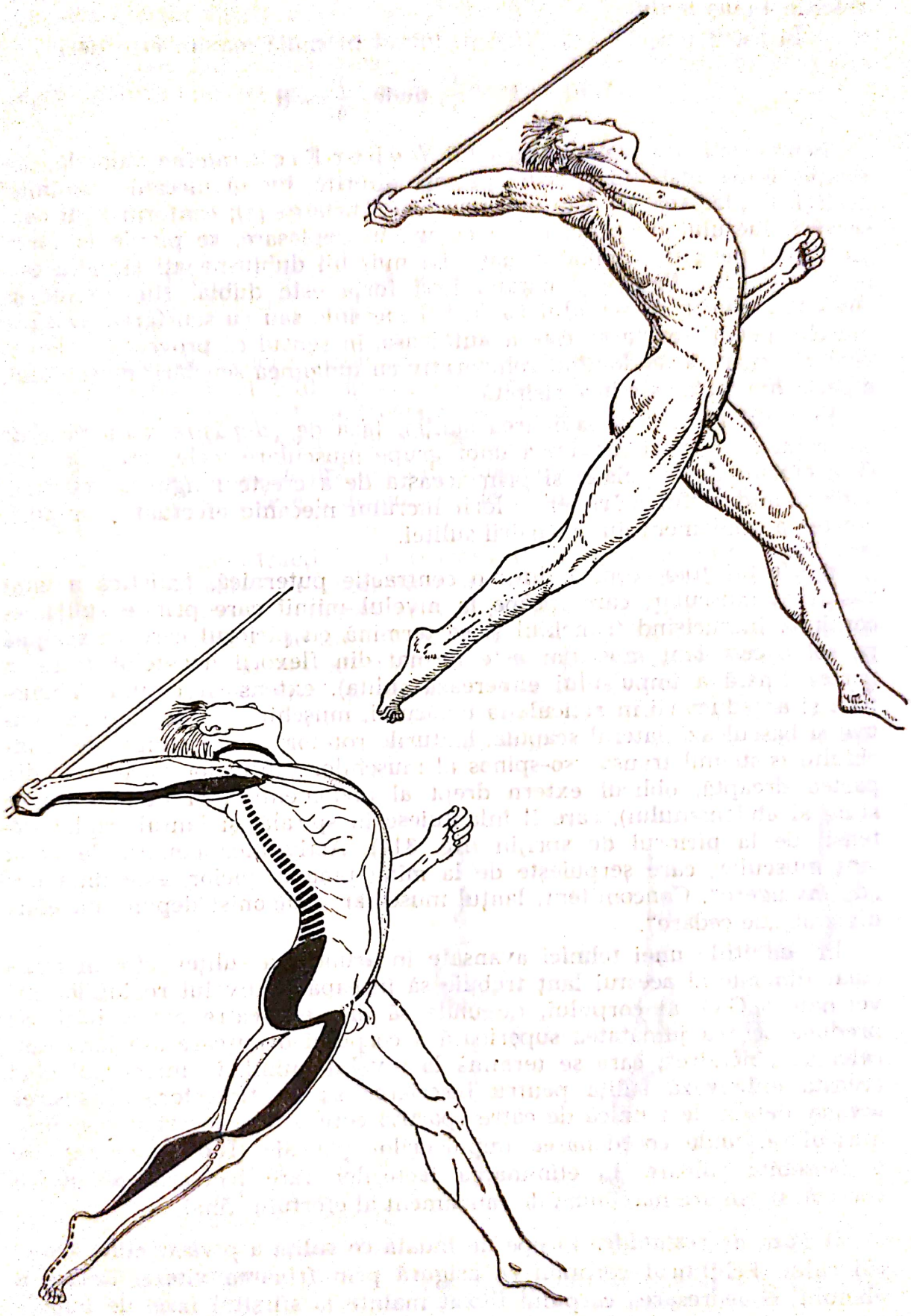


I

Fig. 314. Dispoziția musculaturii și lanțurilor cinematice în poziție de extensie la aruncarea suliței.

59 — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum comunis); *49* — M. anconeu (anconeus); *56* — M. prim radial extern; *55* — M brahio radial (brahio radialis); *51* — M. brahial (brahialis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *44* — M. rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *K 51 b)* *86* — M. tensor al fasciei lata; *87* — Fascia lata; *94 a+b)* M. biceps femoral (biceps femoris); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *89* — M. drept intern (gracillis); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear — m. triceps sure; *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitimm longus); *28* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transvesus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus anteru-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *90* — M. croitor (sartoius); *88* — M. aductor lung (aductor longus); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior)

Scanned with OKEN Scanner



Scanned with OKEN Scanner

nivelul articulațiilor și este în funcție de lungimea părții cărnoase contractile a mușchiului.

În cazul mușchilor fuziformi, lucrul mecanic maxim este deci:

$$L \cdot m = F \times \frac{1}{2}, \text{ unde } \frac{1}{2} = d$$

Pentru mușchii penați, legea lui W e b e r-F i c k rămîne valabilă, dar relația dintre distanță și scurtare este diferită, lucrul mecanic rămînînd același. Deplasarea *(d)* este mai mare ca scurtarea *(s)*; conform legii conservării lucrului mecanic, ce se cîștigă în deplasare, se pierde la forță, iar lucrul mecanic rămîne același. La mușchii dublu-penați situația este aceeași pentru fiecare jumătate, însă forța este dublă. Nu trebuie să confundăm forța mușchiului cu lucrul mecanic sau cu scurtarea. Dacă la mușchii penați scurtarea este avantajoasă, în sensul că provoacă o deplasare mai mare a tendonului comparativ cu lungimea scurtării mușchiului, o parte din forță este însă risipită.

În cazul nostru, la azvîrlirea suliței, faza de *„depășire a aparatului"* are rolul de a mări lungimea unor grupe musculare (cele care vor executa efortul de impulsie) și prin aceasta de a crește lungimea scurtării, determinînd astfel mărimea valorii lucrului mecanic efectuat și implicit creșterea randamentului azvîrlirii suliței.

c) *Efortul final* constă dintr-o contracție puternică, balistică a unui vast lanț muscular, care începe la nivelul mîinii care prinde sulița, se continuă încrucișînd trunchiul și se termină cu piciorul care se sprijină pe sol. Acest lanț muscular este format din flexorii degetelor (care în partea finală a impulsului eliberează sulița), extensorii cotului, abductorii și anteductorii în articulația umărului, mușchii care deplasează ventral și basculează lateral scapula, lanțurile rotatorii către stînga ale trunchiului (sistemul transverso-spinos al mușchilor șanțurilor vertebrale din partea dreaptă, oblicul extern drept al abdomenului și oblicul intern stîng al abdomenului), care îl înlănțuiesc în spirală, și lanțul triplei extensii de la piciorul de sprijin (fig. 314). Activitatea depusă de acest lanț muscular, care șerpuiește de la mînă pînă la picior, este dinamică „de învingere". Concomitent, lanțul muscular antagonist depune un efort dinamic „de cedare".

În condițiile unei tehnici avansate în aruncarea suliței, efortul muscular dinamic al acestui lanț trebuie să înceapă la nivelul regiunilor învecinate C.G.G. al corpului, de unde să difuzeze către extremități. Se produce pentru jumătatea superioară a corpului o mișcare asemănătoare celei de „biciuire", care se termină la nivelul mîinii, în momentul cînd aceasta eliberează sulița pentru înscrierea sa pe traiectorie. Însușirea acestor detalii de tehnică de către sportivi cere o fină coordonare neuromusculară, unde coordonarea impulsurilor parțiale (H o c h m u t h) are o deosebită valoare, în eliminarea factorilor care frînează executarea corectă, și asigură maximum de randament al efortului final.

d) *Faza de restabilire* începe de îndată ce sulița a părăsit mîna aruncătorului. Echilibrul corpului se asigură prin frînarea vitezei liniare a elanului și redresarea corpului flexat înainte la sfîrșitul fazei de impul-

Scanned with OKEN Scanner

sie. Participă grupele și lanțurile musculare antagoniste celor care au executat efortul final; are loc un efort static „de fixare", caracteristic, în general, tuturor stilurilor de aruncare. La asigurarea echilibrului în interiorul spațiului regulamentar mai contribuie și efectuarea unui pas sau doi pentru mărirea bazei de susținere a corpului.

CĂȚĂRAREA

Cățărarea este o mișcare complexă a corpului, care folosește pentru sprijin diferite obiecte: frînghie, prăjină, un zid sau parapet etc. (fig. 315, 316).

Din punct de vedere biomecanic, fazele cățărării și activitatea musculaturii diferă după felul sprijinului. Mișcările corpului și membrelor au o succesiune regulată cînd cățărarea se face la prăjină sau frînghie și neregulată la escaladarea unui parapet (fig. 317).

Cățărarea în mîini la prăjină sau frînghie este o mișcare foarte greu de executat, întrucît cere o dezvoltare deosebită a musculaturii membrelor superioare.

Ea constă dintr-o tracțiune succesivă a celor două membre superioare, care asigură mișcarea de ascensiune a corpului. Efortul considerabil al musculaturii pentru efectuarea acestei mișcări este dinamic „de învingere". El este asigurat de un lanț muscular format din flexorii degetelor, ai corpului, ai cotului, retroductorii în articulația scapulo-humerală, mușchii care deplasează dorsal și caudal — scapula, precum și cei care fac bascula ei medială. Corpul — trunchiul și membrele inferioare — sînt în extensie, iar musculatura depune un efort static de mică intensitate, de tip „consolidare". În unele stiluri de cățărare în mîini, membrele inferioare sînt „în echer"; în asemenea cazuri, pe lîngă efortul static „de consolidare" al majorității lanțurilor trunchiului se adaugă și un efort static „de menținere" pentru grupele musculare ale peretelui abdominal, flexorilor coapsei pe bazin și extensorilor gambei pe coapsă. În ansamblul său, acest stil de cățărare impune un consum de energie mai mare și în consecință este mai greu de efectuat. C.G.G. al corpului este deplasat puțin înainte, datorită masei musculare a membrelor inferioare menținute „în echer".

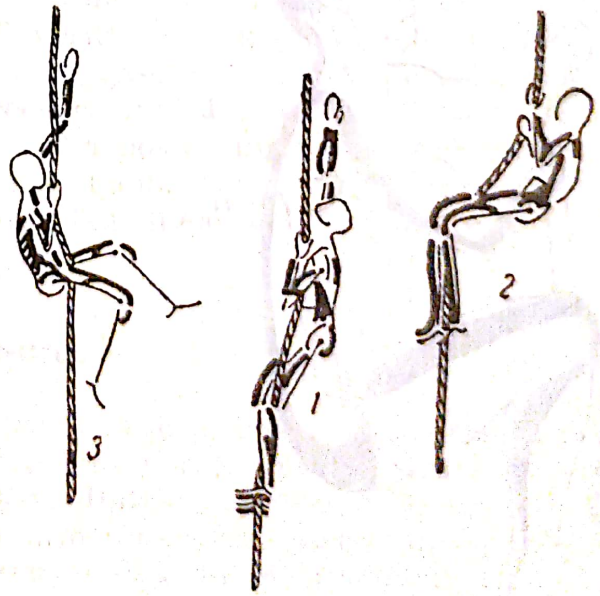


Fig. 315. Analiza schematică a fazelor cățărării.

Scanned with OKEN Scanner

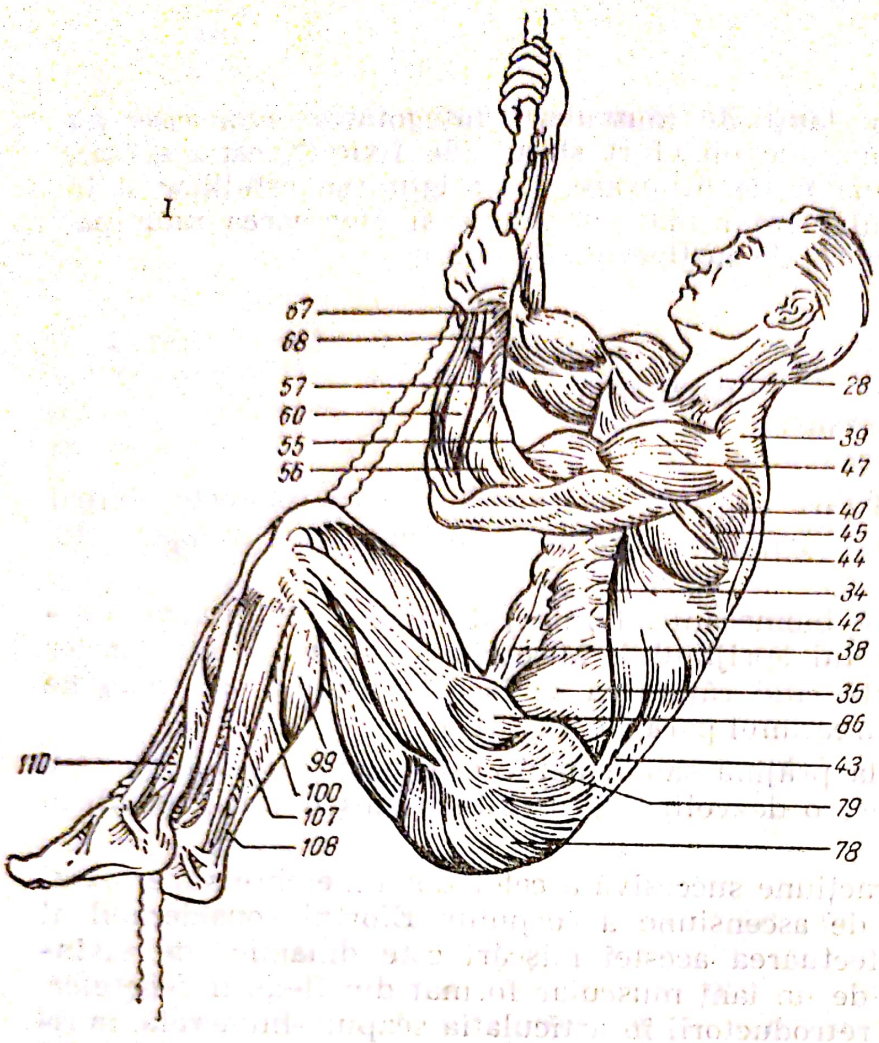
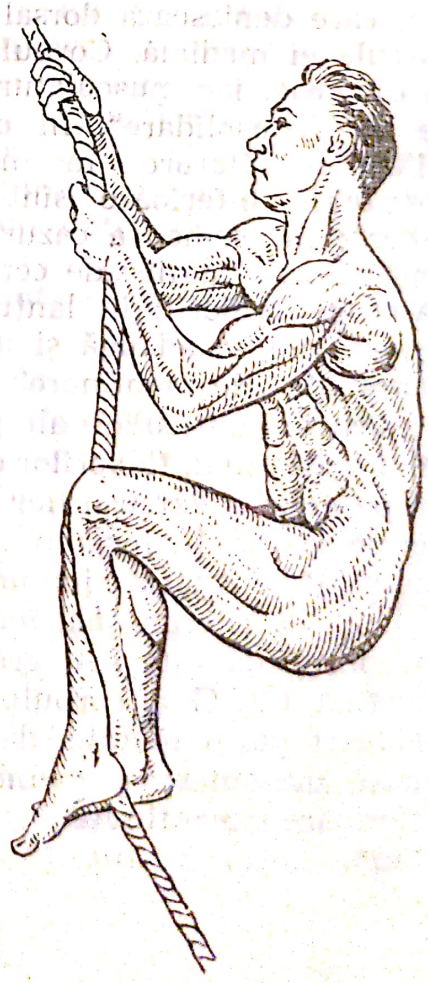


Fig. 316. Dispoziţia musculaturii şi lanţurile cinematice la un căţărător.

67 — M. extensor scurt al policelui (extensor policis brevis); *68* — M. abductor lung al policelui (abductor policis longus); *57* — M. al doilea radial extern; *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum comunis); *55* — M. brahioradial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *107* — M. lung pernier (peroneus longus); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *28* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. rotundul mare (teres major); *34* — M. marele dinţat anterior (m. seratus anterolateralis major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *35* — M. oblic mare oblicus externus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus).



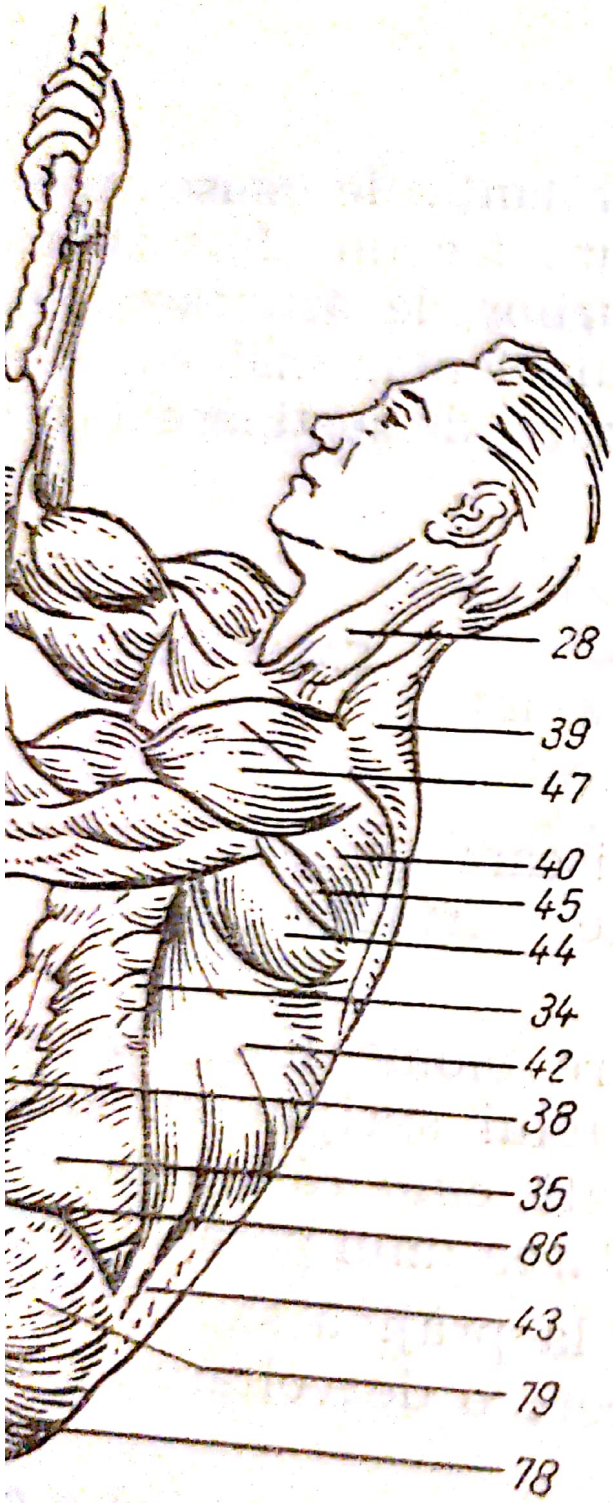
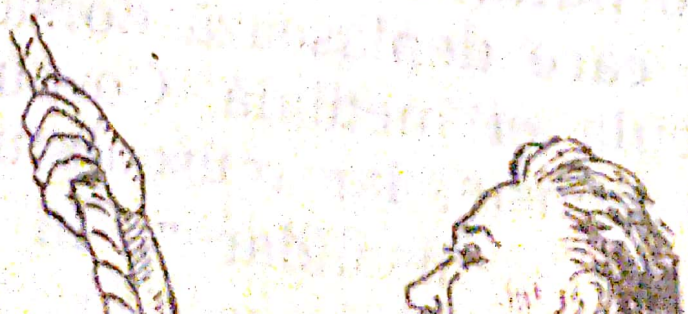


Fig. 316. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice la un cățărător. *67* — M. extensor scurt al policelui (extensor policis brevis); *68* — M. abductor lung al policelui (abductor policis longus); *57* — M. al doilea radial extern; *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum comunis); *55* — M. brahioradial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *107* — M. lung pernier (peroneus longus); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *28* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. rotundul mare (teres major); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *35* — M. oblic mare oblicus externus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus).



Cățărarea în doi timpi se efectuează prin contribuția succesivă a membrelor superioare, cît și a celor inferioare. Efortul muscular în acest stil, care are două variante (în doi sau trei timpi), este mult mai mic pentru fiecare membru în parte, și, ca urmare, poate fi executat chiar de sportivi începători și de copii.

În acest stil de cățărare, la tracțiunea membrelor superioare se adaugă contribuția celor inferioare, care fixează de prăjină sau frînghie corpul și apoi îl împing în sus. La membrele inferioare acționează prin efort dinamic „de învingere" lanțul triplei extensii, care împinge corpul, precum și un al doilea lanț muscular format din aductorii coapsei și supinatorii labei piciorului, care fixează plantele pe prăjină sau frînghie.

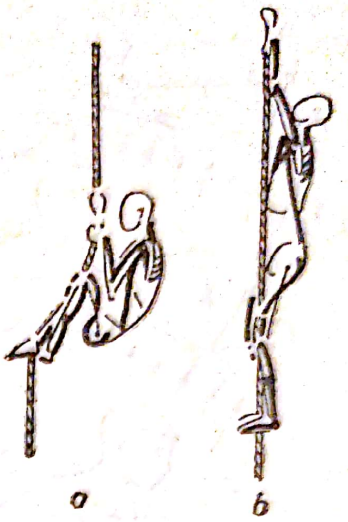


Fig. 317. Lanțurile musculare care asigură cățărarea.
(după K. Tittel)
a — tracțiunea în mîini; *b* — impulsia pe membrele inferioare.

La efortul membrelor superioare și inferioare se adaugă contribuția lanțurilor musculare încrucișate ale pereților abdominali care fixează bazinul pe trunchi prin activitate dinamică „de învingere", în timp ce lanțul mușchilor jgheaburilor vertebrale „cedează" din contracție pentru a permite ca flexia bazinului pe trunchi să se facă cu un consum de energie cît mai mic.

La cățărarea pe zid sau parapet, mișcarea se execută succesiv de către fiecare membru, amintind cățărarea de la patrupede. La om mișcarea de cățărare și-a pierdut din forța pe care o avea la oamenii primitivi, întrucît prin schimbarea modului de viață, o serie de mușchi specifici cățărării s-au atrofiat.

Mișcarea de cățărare poate fi folosită în antrenamentul sportiv și în unele metode de cultură fizică medicală. Ea dezvoltă în special forța mușchilor pereților abdominali, a flexorilor cotului și retroductorilor brațului. Elemente din această mișcare se găsesc în unele ramuri sportive ca înotul și canotajul academic, ceea ce indică folosirea ei în antrenamentul pentru aceste probe sportive. Ea poate aduce o contribuție pozitivă dacă este folosită în antrenamentul gimnaștilor, mai cu seamă pentru exercițiile la aparate: paralele, bară fixă, inele, cal cu mînere etc.

ÎNOTUL

Înotul face parte din mișcările locomotorii ciclice și se realizează prin diverse mișcări ale trunchiului și membrelor în mediul lichid — apa. Indiferent de procedeu, înotul constă dintr-o succesiune de mișcări ale membrelor și trunchiului, asociate armonios, care, găsind un sprijin pe apă, asigură mișcările specifice, precum și scoaterea periodică a capului din apă pentru respirație.

Rezistența mediului lichid la progresia corpului crește direct propor-

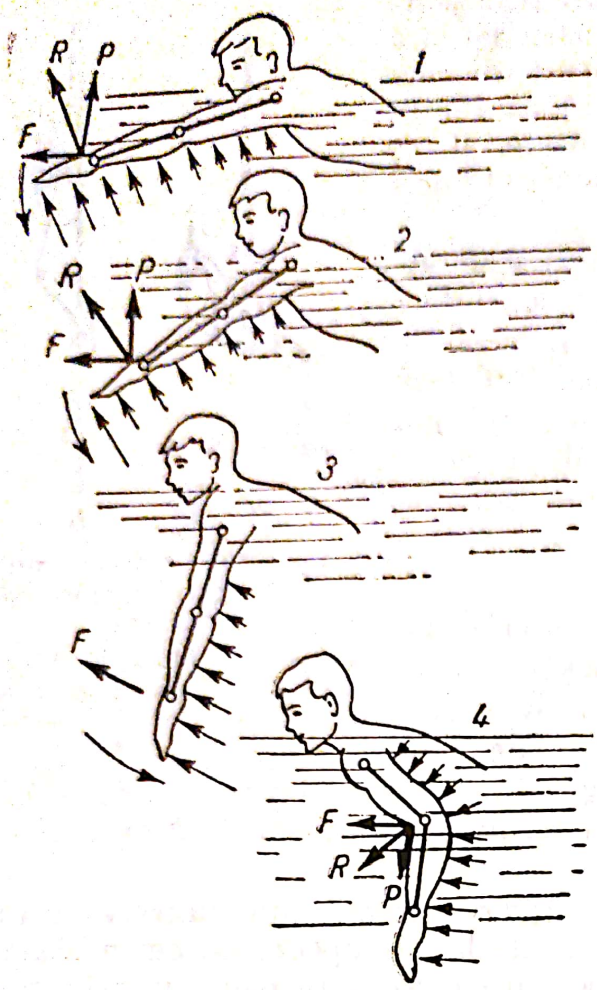


Fig. 318. Dispoziția musculaturii și a lanțurilor cinematice la înnot în poziția de start.

(după K. Tittel)

țional cu viteza și cu existența unor curenți de apă contrari sensului mișcării (fig. 318, 319).

Organismul omului depune în timpul înotului un efort specific, ale cărui particularități principale sînt: (a) corpul înotătorului se află în poziție orizontală care pune probleme mecanice și fiziologice deosebite de cele ale poziției verticale, obișnuite a omului; (b) greutatea corpului omului este micșorată cu o cantitate egală cu greutatea volumului de apă dislocuită (principiul lui Arhimede); (c) dinamică mare în activitatea aparatului motrice întrucît apa nu oferă un sprijin solid, ci un sprijin mobil, ceea ce determină o sporire a necesarului de forță în executarea mișcărilor; (d) coordonarea mișcărilor este îngreuiată datorită mobilității sprijinului, care nu dă posibilitatea ca informațiile provenite de la proprioceptori să aibă aceeași valoare ca în cazul mișcărilor efectuate la sol sau la aparate; (e) înotul solicită intens mișcările respiratorii, dat fiind presiunea apei asupra corpului, precum și poziția orizontală; în apă inspirația este îngreuiată, iar expirația favorizată. Datorită acestui fapt, la înotători se produce o considerabilă dezvoltare a toracelui și a mușchilor inspiratori, iar capacitatea vitală crește foarte mult (la jucătorii de polo ea poate atinge 6 000 cm^3).

Poziția orizontală pe care o are corpul în mod obișnuit în apă frînează mișcarea de progresie, deoarece corpul prezintă în mediul lichid o suprafață frontală mică. O poziție mai înclinată a corpului față de direcția de înaintare în apă, precum și mișcările făcute de membre sub apă măresc suprafața frontală și o dată cu aceasta crește și rezistența pe care mediul lichid o opune mișcării de progresie. De aceea, la înotul de viteză, este recomandabil să se micșoreze rezistența mediului prin ducerea înainte prin aer (și nu prin apă) a membrelor superioare. Deși în felul acesta condițiile de plutire scad (o mai mică parte a corpului se găsește sub apă și prin urmare el pierde o parte mai mică din greutatea sa), prin micșorarea frînei pe care a reprezintă mediul lichid la ducerea înainte a membrelor superioare prin apă, se cîștigă viteză.

Corpul omenesc are o densitate mai mare decît a apei, datorită cărui fapt el are tendința de a se scufunda. Acest lucru este împiedicat printr-o

Scanned with OKEN Scanner

serie de mişcări de plutire, efectuate de către membre, care fac mişcări de sus în jos, ridicînd prin aceasta corpul. Condiţiile de plutire sînt cu atît mai bune cu cît densitatea mediului lichid în care înoată omul este mai mare, cum se întîmplă în apele suprasaturate salin. De asemenea, condiţiile de plutire sînt cu atît mai bune, cu cît o mai mare parte din corp este scufundată în apă. În apele suprasaturate salin, înotătorul se poate menţine la suprafaţă aproape fără nici o mişcare ajutătoare pentru

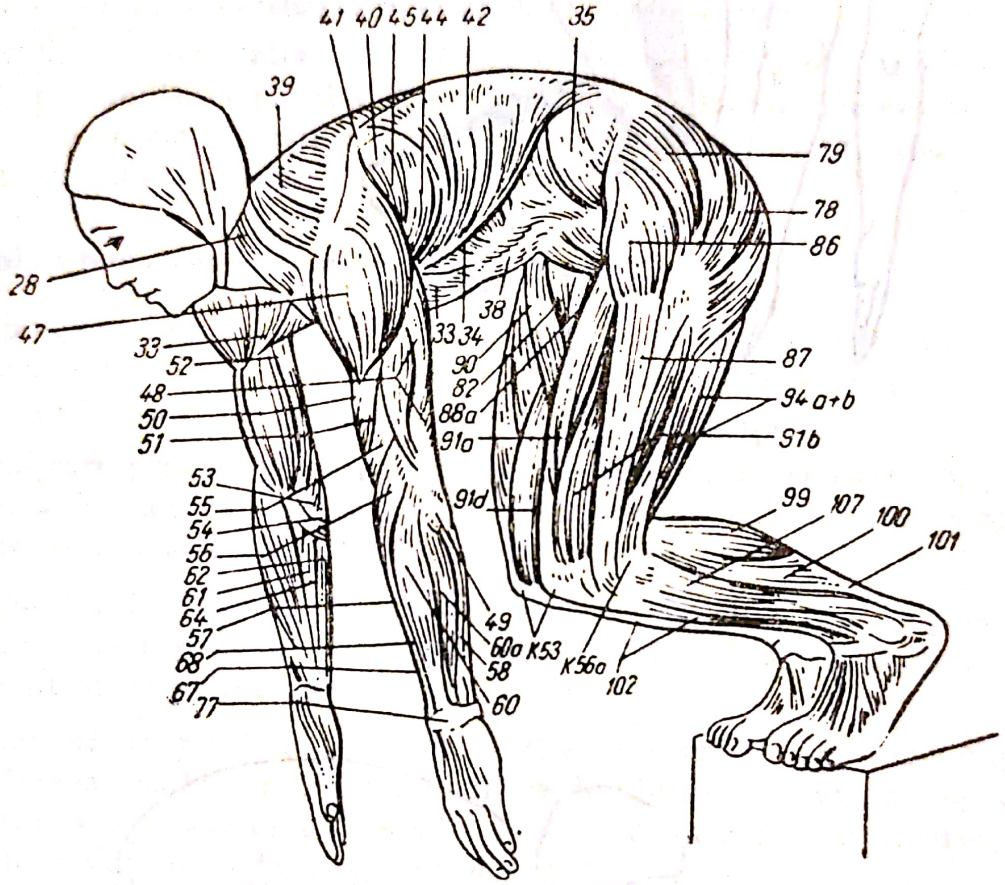
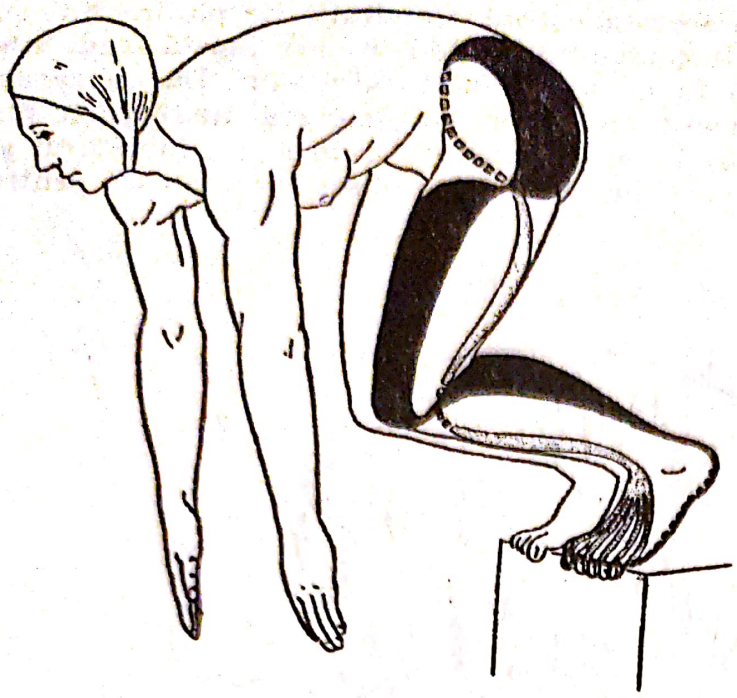


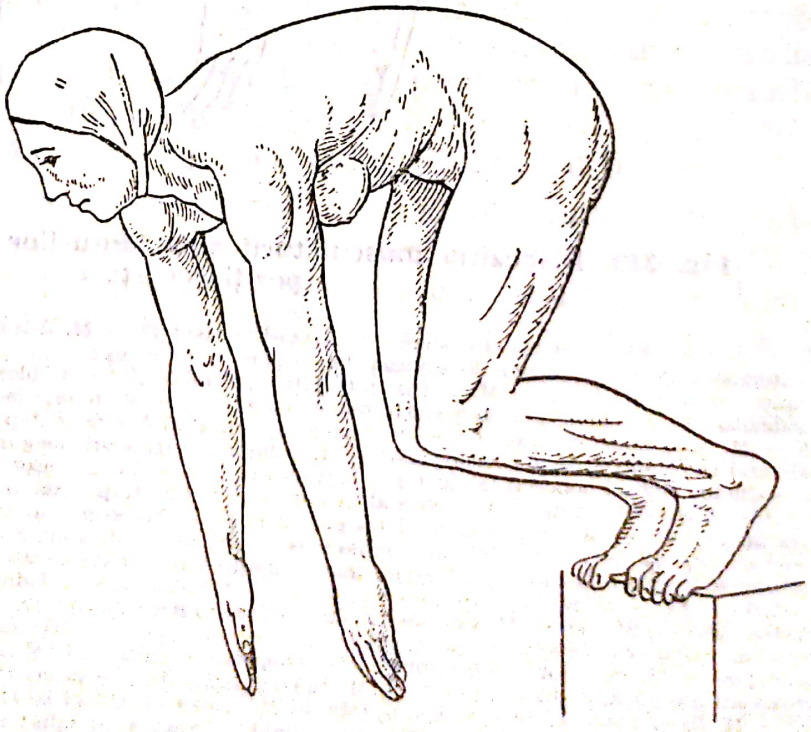
Fig. 319. Dispoziţia musculaturii şi a lanţurilor cinematice la înnot în poziţia de start.

28 — M. Sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *47* — M. deltoid (deltoideus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *52* — M. coraco—brahial (coraco—brahialis); *48 a)* — M. triceps brahial (triceps brahi); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *54* — M. supinator; *56* — M. prim radial externe; *62* — M. flexor superficial al degetelor (flexor superficialis digit digitorum); *61* — M. palmarul mare (flexor carpi radialis); *64* — M. palmar mic (palmaris longus); *57* — M. al doilea radial extern; *68* — M. abductor lung al policelui (abductor policis longus); *67* — M. extensor scurt al policelui (extensor policis brevis); *77 b)* — Ligamentul anterior transvers al carpului; *39* — M. trapez (m. trapezius); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. Rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *34* — M. marele dinţat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *90* — M. croitor (sartorius); *82* — M. pectineu (pectineus); *88 a)* — M. aductor lung (aductor longus); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *49* — M. anconeu (anconeus); *60 a)* — Tendonul m. extensor al degetului cinci (tendonul m. extensor digiti cviuti); *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum communis); *K 53* — Rotula (patella); *K 56 a)* — Epifiza proximală a peroneului (fibullae); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *87* — Fascia lata; *94 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *99* — M. gemeni; *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *100* — M. solear; *101* — Tendonul lui Achille.

Scanned with OKEN Scanner



II



III

Scanned with OKEN Scanner

plutire, deoarece el pierde aproximativ 100% din greutatea sa. Greutatea specifică a apei marine este foarte aproape de 1,03, iar greutatea specifică a corpului omenesc (după I v a n i ț k i) este sub unitate în inspirația profundă și peste unitate în expirație. Un alt factor care micșorează greutatea specifică a înotătorului este stratul de grăsime subcutanat; cu cît acesta este mai abundent, greutatea specifică a corpului este mai mică: în plus, panicului adipos subcutanat este un factor de protecție a corpului, apărîndu-l împotriva temperaturii scăzute ale apei.

Circulația și respirația sînt favorizate la înotători; înotul are un efect pozitiv în stimularea marilor funcțiuni, în dezvoltarea și creșterea calităților motrice ale îr.tregului aparat locomotor și în primul rînd a toracelui și mușchilor inspiratori.

Analiza biomecanică a mișcărilor la înotători

În practica diferitelor procedee de înot se execută o mare complexitate de mișcări. Cu toate acestea, mișcările înotătorilor se pot împărți din punct de vedere biomecanic în următoarele categorii:

a) *mișcări productive,* orientate în direcție opusă sensului mișcării; înaintarea la înot se produce prin împingerea de la sprijinul mobil pe care-l reprezintă apa (fig. 320);

b) *mișcări de frînare,* orientate în același sens cu direcția deplasării; ele determină creșterea rezistenței mediului lichid și micșorează prin aceasta viteza de progresie;

c) *mișcări de plutire,* orientate vertical, de sus în jos, care împing corpul în sens contrar, realizînd condițiile de plutire. De regulă, mișcările de plutire sînt asociate cu mișcările productive și sînt mai intense cînd se scoate capul din apă pentru inspirație.

Este recomandabil ca în executarea diferitelor procedee în înot direcția de mișcare a membrelor să se producă în jurul unor axe și pe planuri cît mai apropiate de planul sagital sau frontal al corpului; în felul acesta se micșorează factorii de frînă și se mărește viteza de progresie.

Musculatura corpului este solicitată multilateral, ceea ce determină o dezvoltare însemnată a calităților motrice. În general, la membrele superioare se dezvoltă musculatura centurii scapulare și a articulației umărului, iar la membrele inferioare lanțurile musculare ale triplei flexii și triplei extensii. În funcție de procedeele de înot pot fi solicitate mai intens unele grupe musculare, însă în general musculatura corpului este uniform și amonios solicitată, ceea ce determină și o dezvoltare însemnată a calităților motrice.

Indiferent de procedeul de înot, există cîteva grupe musculare mai solicitate la înotători, și anume cele care asigură progresia. La mem-

Scanned with OKEN Scanner

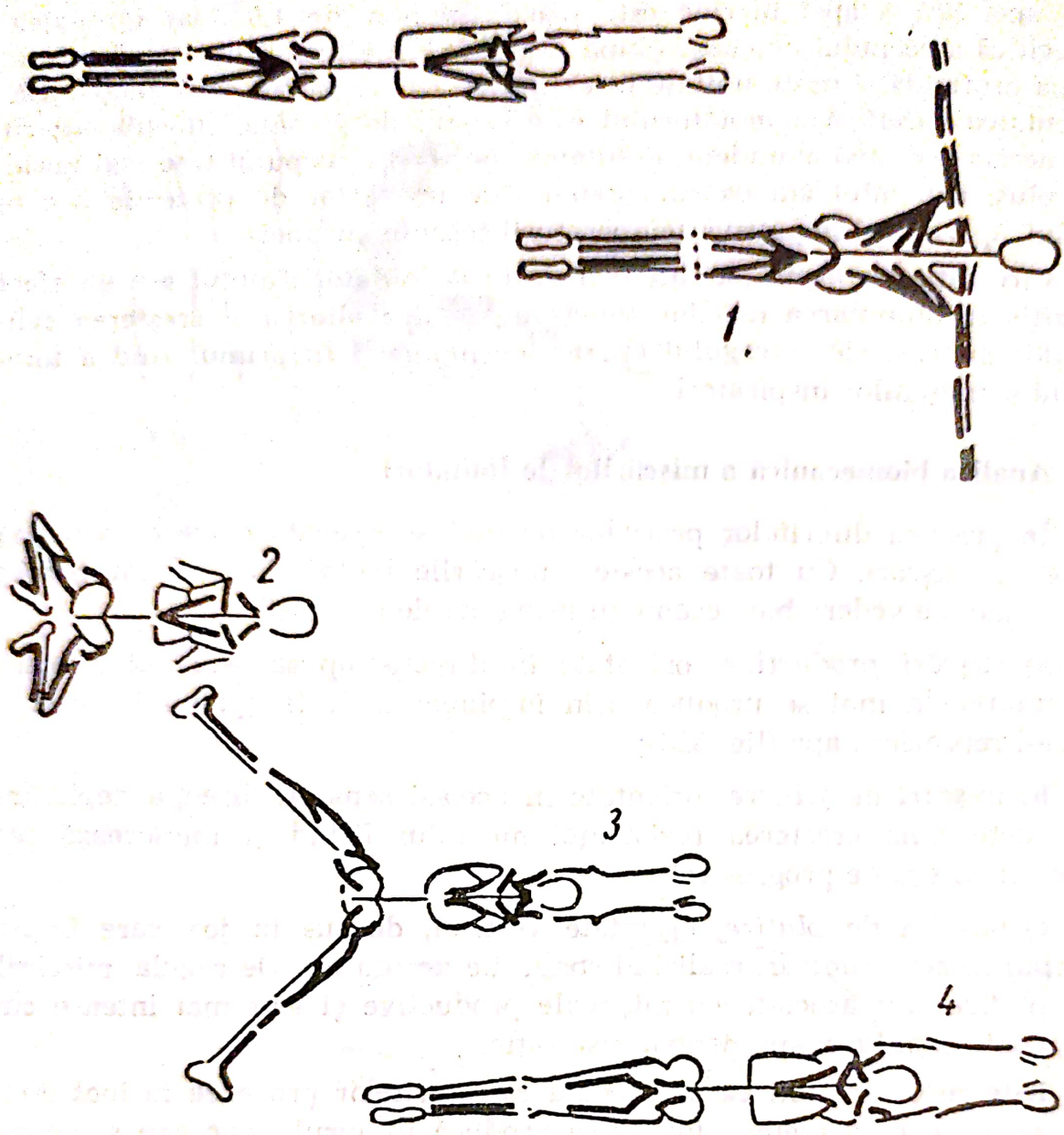


Fig. 320. Analiza schematică a fazelor înotului bras:
1 — abducţia braţelor; *2* — ghemuirea; *3* — ducerea braţelor înainte şi impulsia cu membrele inferioare.; *4* — revenirea

brele superioare depun un efort deosebit muşchii abductori, retroductori şi adductori în articulaţia scapulo-humerală, muşchii care deplasează caudal şi medial scapula şi muşchii basculei mediale. La membrele inferioare este solicitat în special lanţul triplei extensii, iar la trunchi muşchii pereţilor abdominali şi ai şanţurilor vertebrale. Un efort important îl depun muşchii inspiratori, care trebuie să asigure mişcările accelerate în condiţiile unei presiuni sporite pe cutia toracică şi cavitatea abdominală (fig. 321).

Ceea ce caracterizează din punct de vedere biomecanic efortul muscular în toate procedeele de înot este marele său dinamism; componenta

Scanned with OKEN Scanner

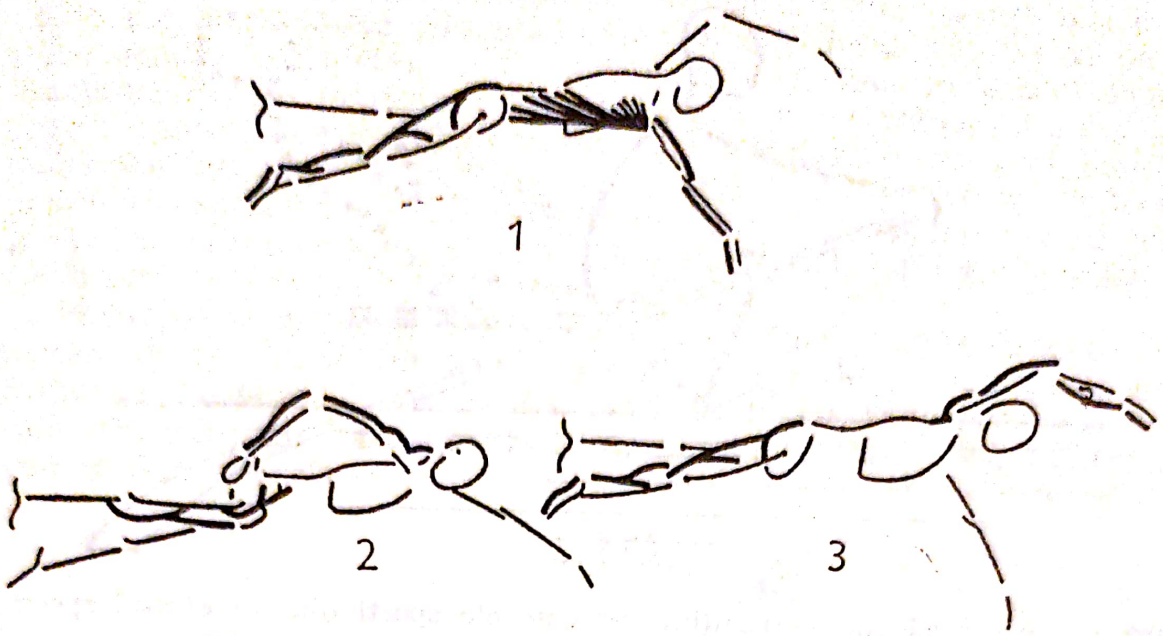


Fig. 321. Analiza schematică a fazelor înotului craul:
1 — lucrul membrului superior drept; *2* — trecerea membrului superior prin aer; *3* — lucrul membrului superior stîng

statică a efortului muscular este redusă mult comparativ cu mișcările care se produc în aer liber și la sol.

Datorită acestui fapt în metodica antrenamentului înotătorilor trebuie să predomine metodele izotone, iar izometria se poate aplica cu prudență și, după aprecierea noastră, numai pe grupele și lanțurile musculare indicate mai sus ca fiind solicitate în special pentru mișcările de progresie.

SPORTURILE NAUTICE

Principalele sporturi nautice se desfășoară pe ambarcații speciale, individuale sau colective, separat pentru băieți și fete. Indiferent de numărul sportivilor de pe ambarcațiile speciale (1, 2, 4 sau 8), efortul muscular specific este asemănător, cu mențiunea că la marile ambarcații, pe lîngă problemele de biomecanică individuală, se adaugă probleme de sincronizare colectivă a efortului, pentru a nu lua naștere forțe de frînare ale mișcării de progresie.

Canotajul academic desfășurat pe ambarcații speciale schifuri, folosește ca forță motrică musculatura corpului transmisă apei prin rame sau vîsle. Particularitățile tehnice sau biomecanice la rame și vîsle sînt asemănătoare, deși la vîsle efortul muscular este simetric la ambele membre superioare, iar la rame este asimetric, la o singură mînă (dreapta sau stînga).

Fazele mișcării sînt următoarele (fig. 322, 323):

1. *Prinderea apei (atacul)* este momentul în care rama intră în apă.

2. *Tragerea* constă în întinderea membrelor inferioare, extinderea și înclinarea corpului pe spate și retroducția brațelor.

Scanned with OKEN Scanner

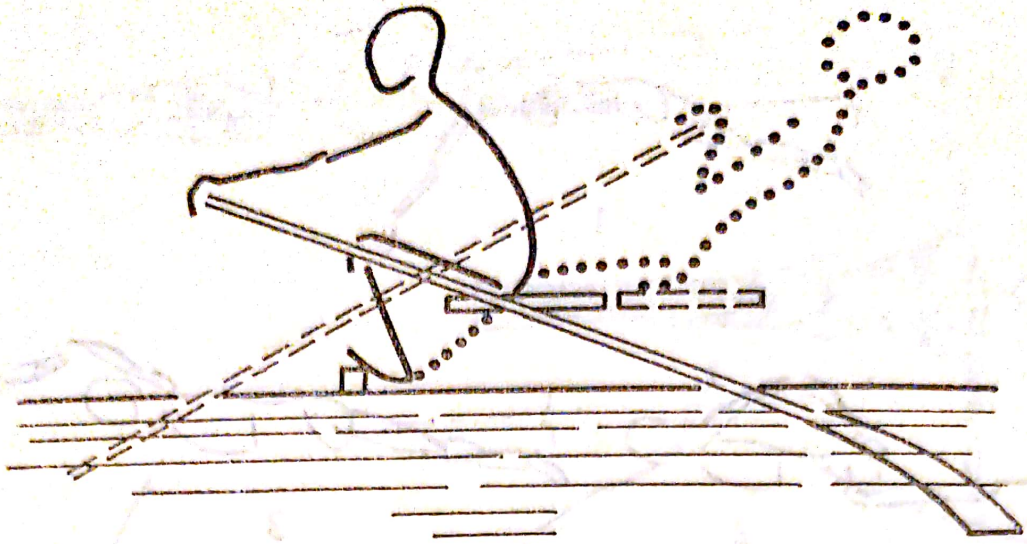


Fig. 322. Canotaj academic — poziţiile extreme ale sportivului în efortul specific din canotaj.

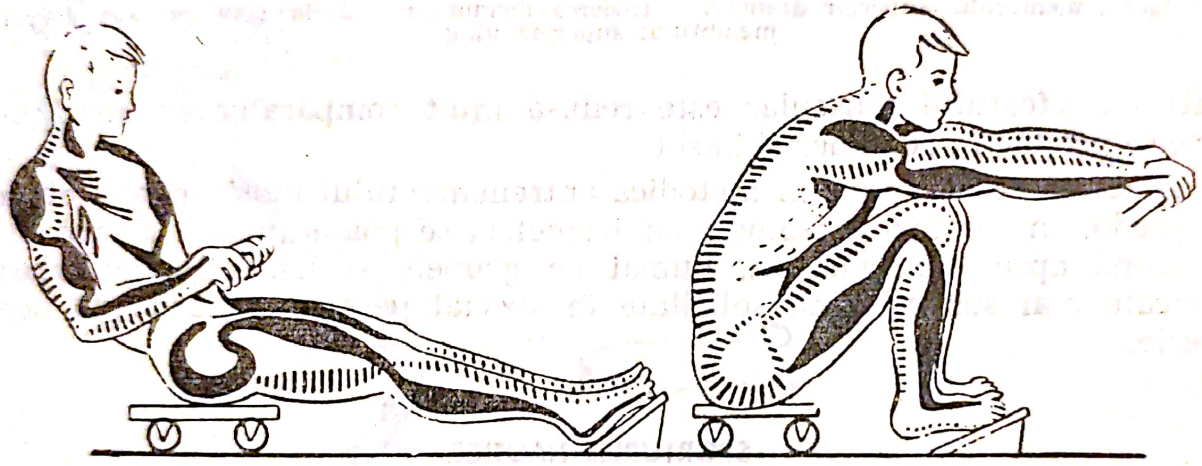


Fig. 323. Canotaj academic; poziţiile extreme ale sportivului în efortul specific la canotaj şi lanţurile musculare care le asigură efortul specific.

3. *Degajarea* sau scoaterea ramei din apă.

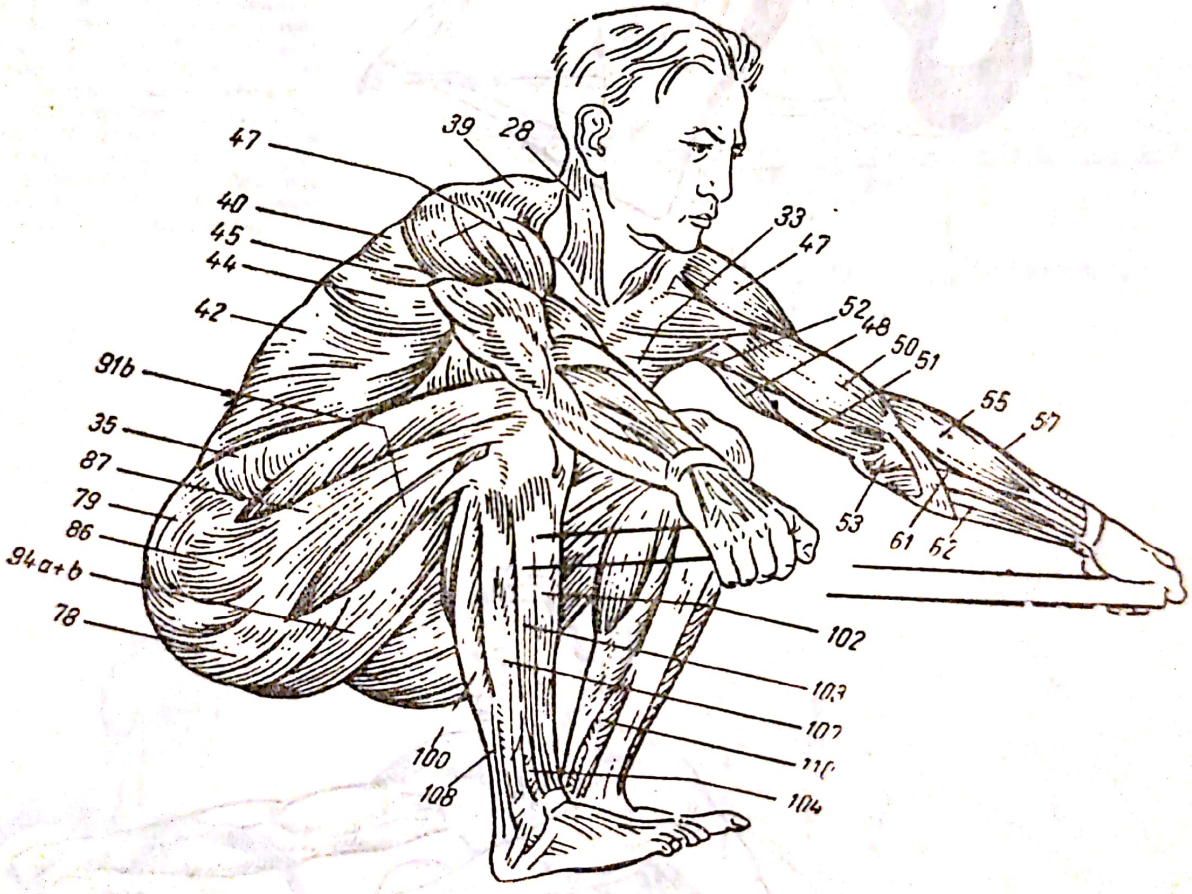
4. *Revenirea,* ducerea braţelor înainte, flexia trunchiului şi tripla flexie a membrelor inferioare.

Împingerea în palonieră se face pe toată planta; inspiraţia se efectuează în perioada de revenire, iar în tracţiune toracele este blocat. Ritmul de concurs este de circa 38 mişcări specifice pe minut. Efortul muscular principal se depune în faza de tragere; el începe cu membrele inferioare, după care urmează trunchiul şi apoi membrele superioaore. Pe lîngă efortul dinamic „de învingere" al lanţurilor musculare, există pe parcursul fazei de tracţiune şi un important efort static, atît la membre, cît şi la trunchi, după cum rezultă din schema alăturată (fig. 224). Astfel, la trunchi, efortul static este de o durată mai scurtă, întrucît se exercită numai în partea finală a fazei de tracţiune. La membre, efortul dinamic reprezintă aproape 3/4 din durata fazei de tracţiune, cu deosebirea că la membrele superioare începe prin efort static, care se continuă cu efort dinamic „de învingere", efort care creşte progresiv pînă la

Scanned with OKEN Scanner

sfîrşitul fazei de tracţiune, după care încetează brusc. La membrele inferioare efortul dinamic „de învingere" se manifestă sub formă de presiune asupra palonierei şi se declanşează primul în cadrul fazei de tracţiune. El are intensitate maximă, apoi scade treptat, fiind înlocuit către sfîrşitul fazei prin efort static; după terminarea extensiei, membrele inferioare se sprijină puternic pe palonieră, fiind fixate de lanţurile musculare antagoniste. Ele îndeplinesc oficiul de sprijin pentru trunchi şi membrele superioare, care-şi dezvoltă activitatea lor dinamică crescîndă pînă la sfîrşitul fazei de tracţiune.

Principalele grupe şi lanţuri musculare care asigură efortul specific în faza de tracţiune sînt tripla extensie la membrele inferioare, muşchii şanţurilor vertebrale la trunchi şi retroductorii în articulaţia scapuloumerală, muşchii care deplasează medial scapula, flexorii cotului şi cei ai degetelor (fig. 324, 325).

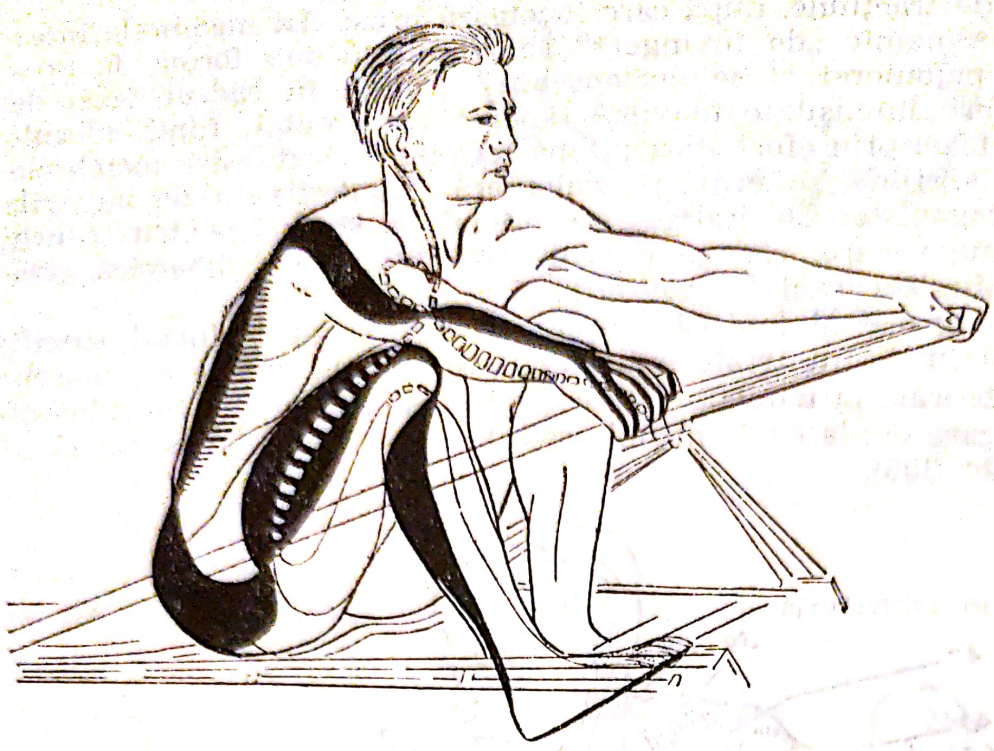


I

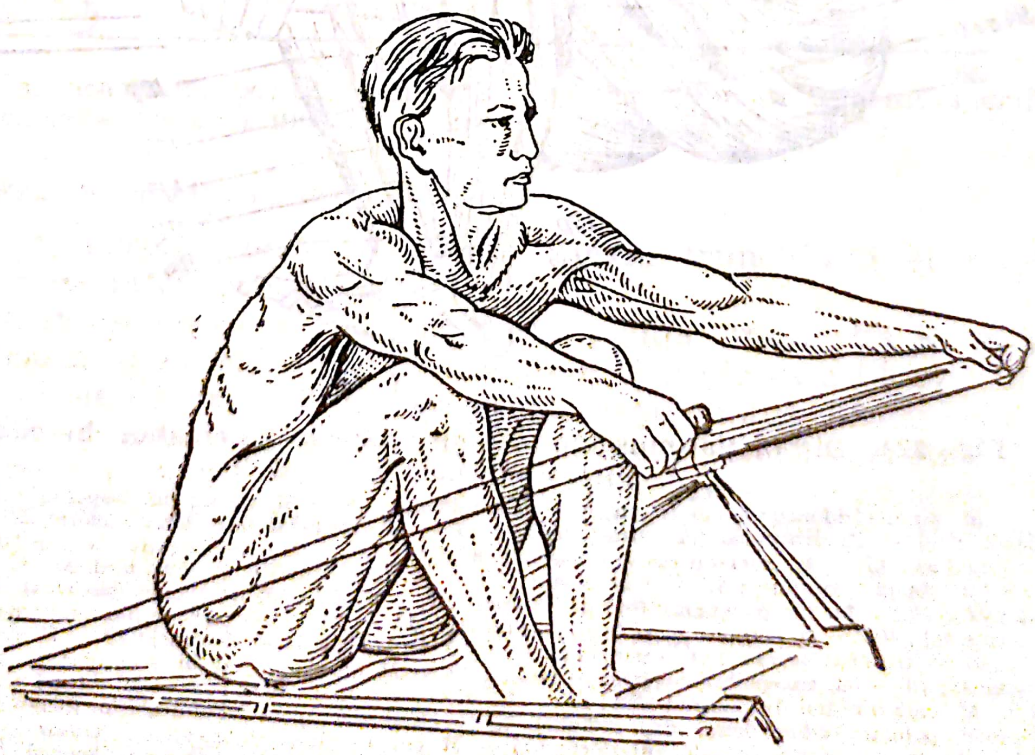
Fig. 324. Dispoziţia musculaturii şi lanţurile cinematice în canotaj (vedere antero-laterală). (după K. Titte')

28 — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *87* — Fascia lata; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *94 a+b* — M. biceps femoral (biceps femoris); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *100* — M. solear (m. triceps sure); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *47* — M. deltoid (deltoidens); *52* — M. coraco — brahial (coracobrahialis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *57* — M. al doilea radial extern; *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *61* — M. palmarul mare (flexor carpi radialis); *62* — M. flexor superficial al degetelor (flexor superficialis digitorum); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *104* — M. extensor scurt al degetelor (extensor digitorum brevis).

Scanned with OKEN Scanner



II

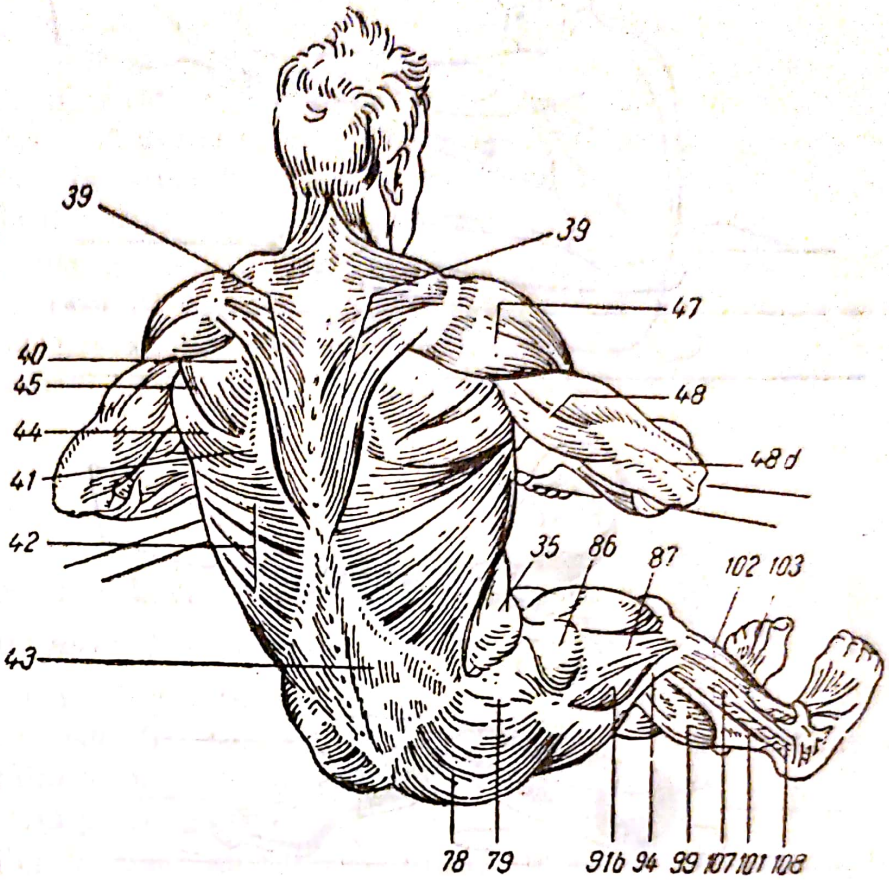


III

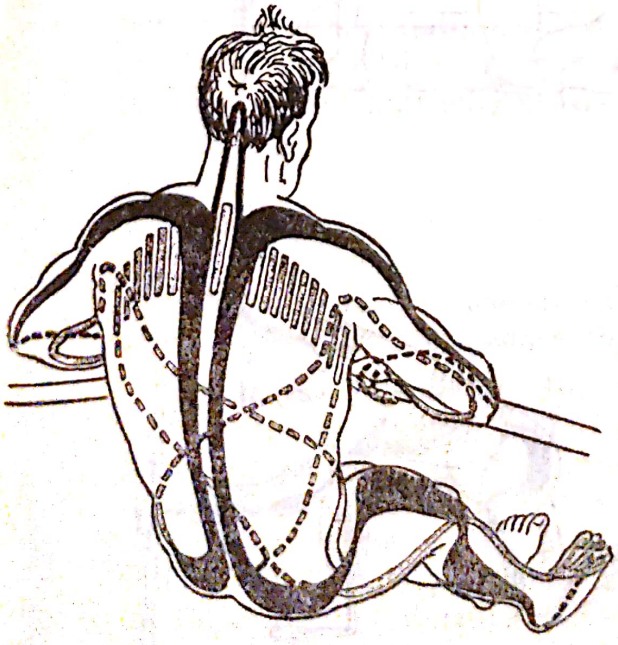
Scanned with OKEN Scanner

Fig. 325. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice în canotaj (vedere posterioară). (după K. Tittel)

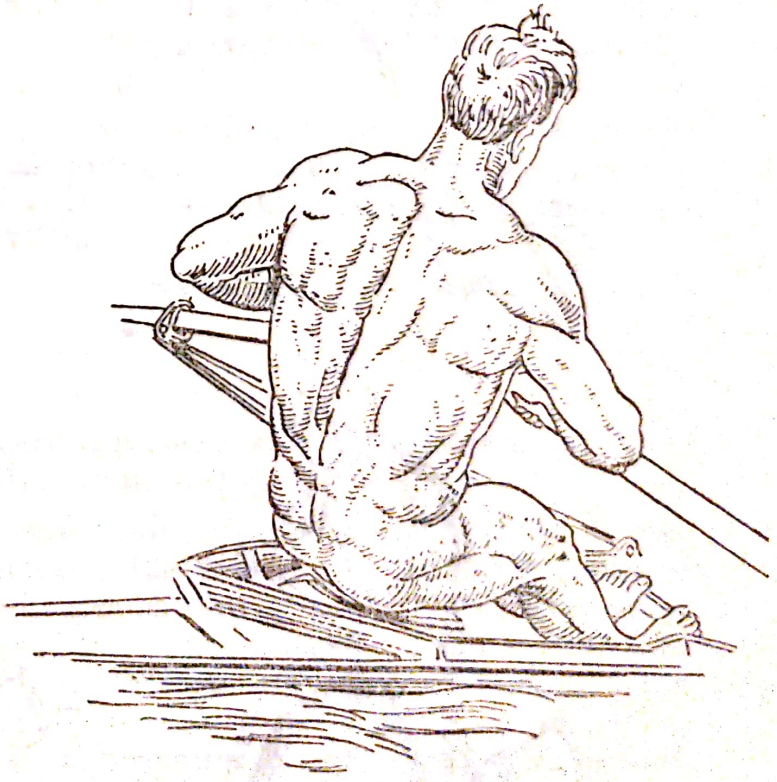
39 — M. trapez (m. trapezius); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. Rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *48 d)* *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *87* — Fascia lata; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); M. gemeni — m. triceps sure; *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *101* — Tendonul lui Achille; *108* — M. peroiern scurt (peroneus brevis).



I



II

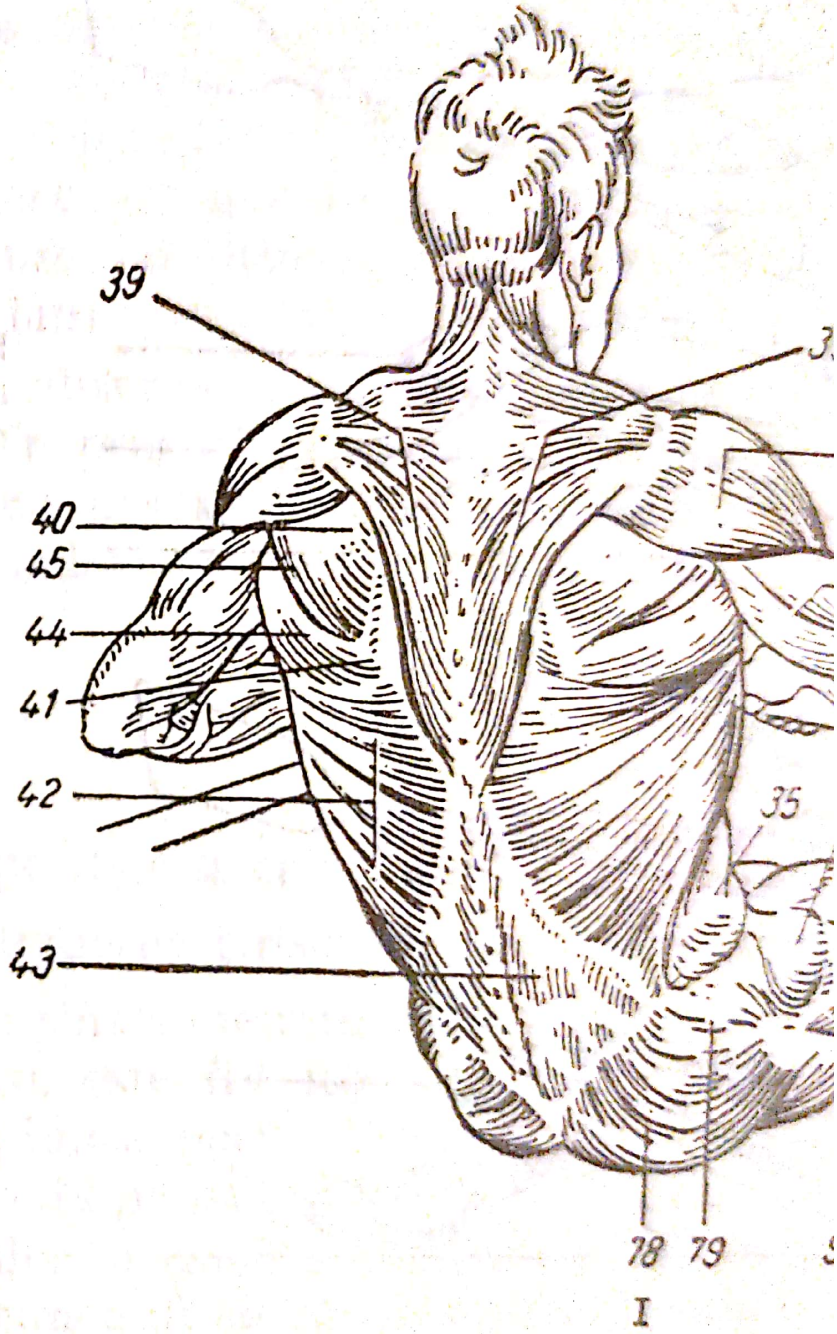


III

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 325. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice în canotaj (vedere posterioară). (după K. Tittel)

39 — M. trapez (m. trapezius); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. Rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *48 d)* *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *87* — Fascia lata; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); M. gemeni — m. triceps sure; *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *101* — Tendonul lui Achille; *108* — M. peroiern scurt (peroneus brevis).



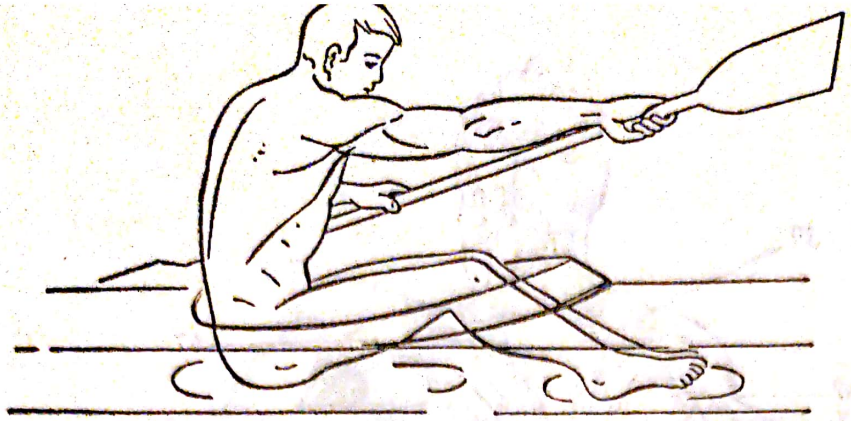
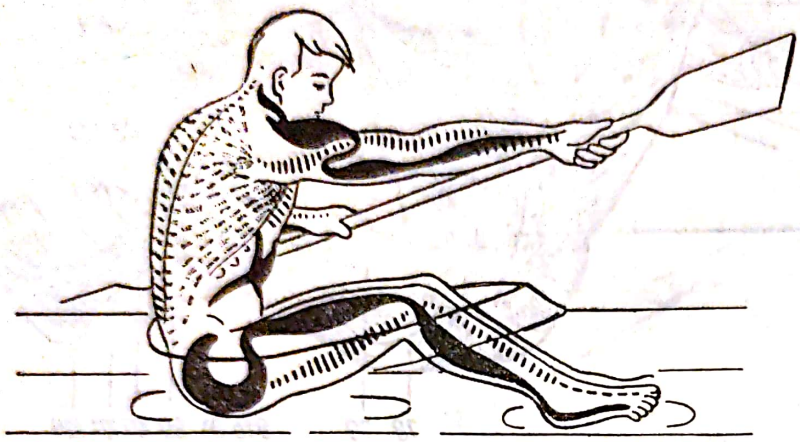


Fig. 326. Poziția caracteristică la caiac și lanțurile musculare care asigură efortul specific.



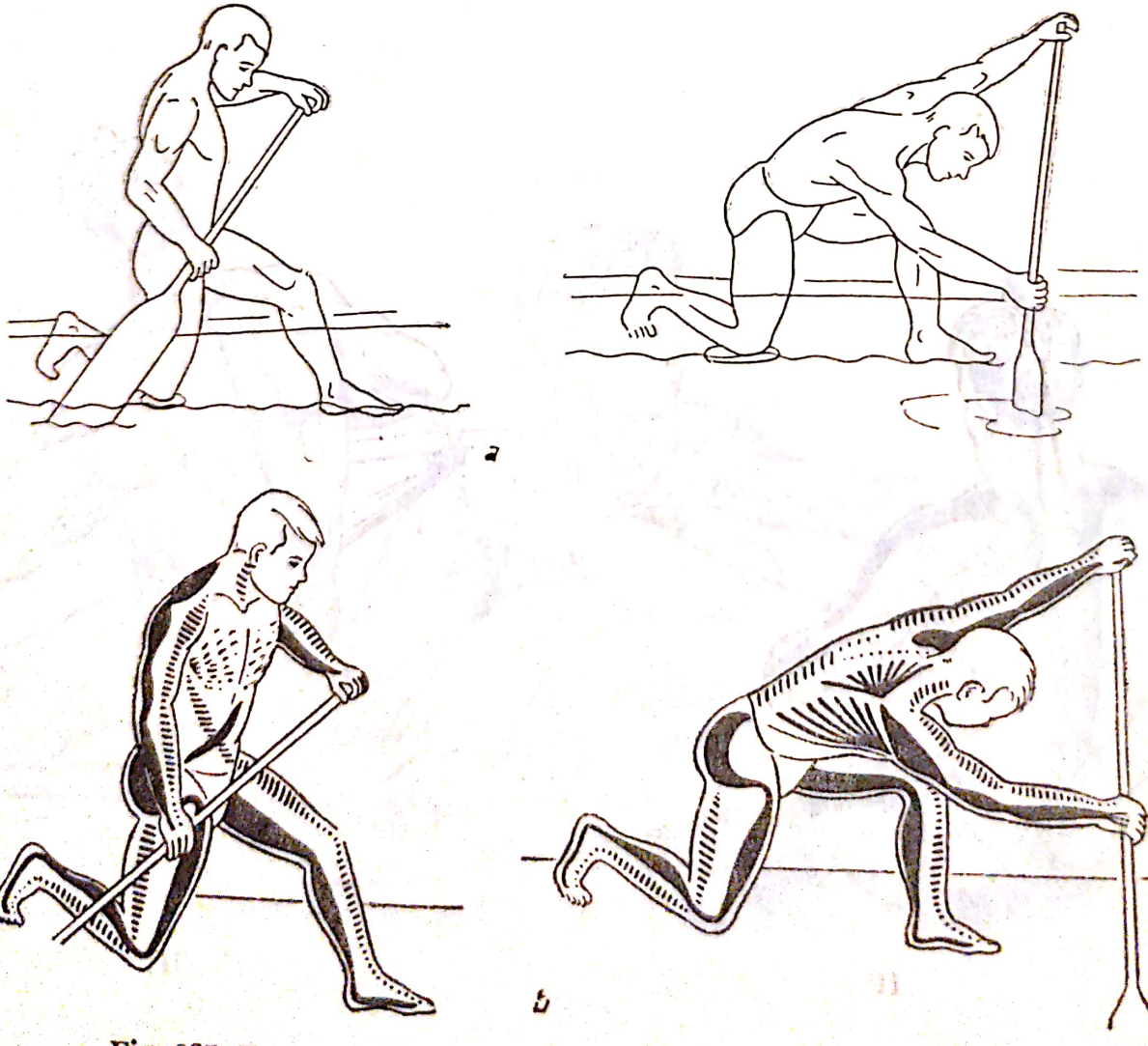


Fig. 327. Faze caracteristice la canoe și lanțurile musculare care le asigură. (a și b)

Scanned with OKEN Scanner

Faza de revenire trebuie să fie activă, mişcarea nu se va face prin simplă cădere, căci produce frînare. Din punct de vedere biomecanic această fază are particularităţi opuse fazei de tracţiune şi este asigurată de lanţurile musculare antagoniste, tot prin activitate dinamică „de învingere". Efortul muscular însă este mai puţin intens şi solicită în măsură mai mică acest lanţ muscular.

Pentru metodica antrenamentului se impune concluzia ca exerciţiile şi aparatele folosite în pregătirea specială a canotorilor să fie astfel alese, încît să determine cu precădere creşterea calităţilor motrice în primul rînd la lanţurile musculare care asigură faza de tracţiune.

Caiacul

Fazele mişcării specifice la caiac sînt următoarele:

a) prinderea; **b)** tragerea (trecerea prin apă) şi **c)** degajarea (fig. 326).

Mişcările la caiac sînt simetrice, însă se deosebesc de cele de la schif prin faptul că scaunul este fix, iar membrele inferioare nu efectuează mişcări; ele nu îndeplinesc decît rolul de a fixa puternic corpul prin presiunea pe care o exercită pe palonieră (efort static).

Dinamica mişcărilor la caiac antrenează numai trunchiul şi membrele superioare. Astfel, trunchiul se răsuceşte (nu pendulează), iar mîna care apucă pedala mai jos coboară şi trage, iar cea care apucă mai sus o împinge. Este vorba deci de un efort dinamic diferit pentru fiecare din cele două membre superioare; la cel care trage acţionează aceleaşi grupe şi lanţuri musculare ca la schif, pe cînd la cel care împinge acţionează lanţul muscular antagonist. La trunchi se adaugă contribuţia dinamică „de învingere" a lanţurilor musculare rotatorii.

Este recomandabil ca în pregătirea specifică a caiaciştilor să se ţină seama de aceste date, pentru a se putea introduce în metodica antrenamentului exerciţii şi aparate care să solicite după acelaşi tip de activitate musculară lanţurile musculare descrise mai sus.

Canoea

La canoe fazele acestei mişcări complexe sînt următoarele: **a)** prinderea; **b)** tragerea; **c)** degajarea; **d)** revenirea (fig. 327).

Membrele inferioare, dintre care unul este flexat şi sprijinit pe genunchi, nu efectuează nici o mişcare. Ele îndeplinesc un important rol static, oferind un sprijin puternic trunchiului şi membrelor superioare, care dezvoltă efortul dinamic specific. Trunchiul efectuează o mişcare de flexie şi răsucire, iar membrele superioare execută unul tracţiune, iar celălalt împingere pe pagae. Dintre toate eforturile motrice la canoe întîlnim cea mai puternică solicitare a muşchilor pereţilor abdominali, fapt de care trebuie ţinut seama în metodica antrenamentului.

Scanned with OKEN Scanner

NOȚIUNI GENERALE DE BIOMECANICĂ APLICATE LA JOCURILE SPORTIVE

Jocurile sportive se caracterizează printr-o mișcare continuă, majoritatea execuțiilor efectuîndu-se din mișcare și cu viteză, precum și din poziții extrem de variate și dificile. Existența unui adversar împotriva căruia trebuie să iei măsuri rapide și eficace creează în orice moment situații neprevăzute și impun în cadrul jocurilor sportive, oricare ar fi ele, solicitări motrice foarte complexe. Pentru aceste motive, analiza biomecanică în jocurile sportive trebuie făcută separat, pe diverse elemente tehnice caracteristice, și nu global, întrucît mișcările sînt de o complexitate extremă. În jocurile sportive există, fără însă a constitui o regulă, poziții inițiale și finale, asemănătoare cu acelea pe care le întîlnim în gimnastică sau atletism. Mișcările pe care le execută jucătorul pînă la contactul cu mingea, precum și după aceea, cît și mișcările segmentelor corpului angrenate în execuție propriu-zisă, intră toate în compunerea procedeului specific respectiv.

La executarea oricărui procedeu tehnic iau parte, într-o măsură mai mare sau mai mică, toate părțile corpului. Unele membre sau segmente îndeplinesc funcții motrice diverse, în timp ce restul părților corpului servesc fie asigurării unui sprijin fix sau mobil, fie unor scopuri diverse.

În general, în analiza biomecanică a unor procedee tehnice din jocurile sportive trebuie studiate următoarele aspecte:

a) condițiile mecanice inițiale corespunzătoare procedeului tehnic;

b) interacțiunea forțelor pe parcursul execuției propriu-zise a mișcării; la descrierea mișcărilor se urmărește: direcția, viteza, accelerația, atît la corpul luat în întregime, cît și la membre;

c) mișcarea complexă se împarte în faze, care se analizează fiecare separat, însă succesiv, pe elemente, făcîndu-se o legătură permanentă între fazele mișcării globale;

d) după fixarea mecanismului de bază se descriu variantele tehnice și particularitățile individuale;

e) în concluzia oricărei analize biomecanice se vor trage învățăminte privind îmbunătățirea metodicii antrenamentului sportiv. O importanță deosebită o are precizarea tipului de activitate musculară de care trebuie ținut seama în indicarea exercițiilor și aparatelor, în stabilirea volumului și intensității antrenamentului.

Scanned with OKEN Scanner

ELEMENTE DE ANALIZA BIOMECANICĂ IN VOLEI

Ca și în celelalte jocuri sportive, în volei se constată un mare dinamism care solicită complex lanțurile musculare ale trunchiului și membrelor. Pe lîngă această activitate dinamică multilaterală, musculatura corpului depune un efort static „de fixare" (echilibrare) pentru asigurarea pozițiilor corpului, care se află uneori în situații de dezechilibrare marcată.

Necesitatea unor exerciții tehnice de înaltă măiestrie produce o dezechilibrare accentuată și cădere. Chiar din aceste situații sportivul trebuie să efectueze o serie de execuții tehnice dificile în scopul de a readuce mingea în teren sau de a o ridica și servi pentru joc coechipierilor.

Dintre execuțiile tehnice mai dificile vom exemplifica următoarele:

1. *Preluarea de jos cu două mîini.* În această mișcare caracteristică tehnicii moderne din jocul de volei, membrele superioare acționează ca niște pîrghii complet întinse, mobilizarea efectuîndu-se numai în articulațiile scapulo-humerale.

Pentru preluarea și respingerea mingii sportivii se opresc, cu membrele inferioare depărtate în scopul măririi bazei de sprijin, avînd membrele superioare libere în fața lor, pentru a putea executa procedeul în cele mai bune condiții.

În așteptarea primirii mingii sportivul efectuează — concomitent cu o ușoară lăsare în jos pînă la poziția stînd pe vine — o flexie în articulația cotului și o apropiere a celor două antebrațe care formează un jghiab pentru minge. Respingerea mingii se face din această poziție joasă, cu tălpile depărtate, genunchii puternic îndoiți, iar trunchiul ținut drept, neaplecat înainte; brațele cu antebrațele în flexie se află între cele două membre inferioare (fig. 328).

În momentul primirii mingii întreg corpul începe o mișcare înceată, alungită de ridicare, membrele inferioare și trunchiul se înalță (se extind), iar membrele superoare lovesc mingea prinsă în jghiabul dintre cele două antebrațe.

Mișcarea de preluare de jos cu două mîini, folosită în jocul de volei, are în cea ce privește execuția o serie de particularități biomecanice, antrenînd în efort static și dinamic numeroase grupe și lanțuri musculare. Pentru executarea corectă a acestei mișcări este nevoie de o perfectă coordonare nervoasă, care să ducă la o reglare fină și adecvată a tuturor mișcărilor. Informarea se face permanent, pe cale de aferentație inversă, de fiecare detaliu al mișcării pe parcursul execuției ei, prin aferențele proprioceptive, vizuale și vestibulare.

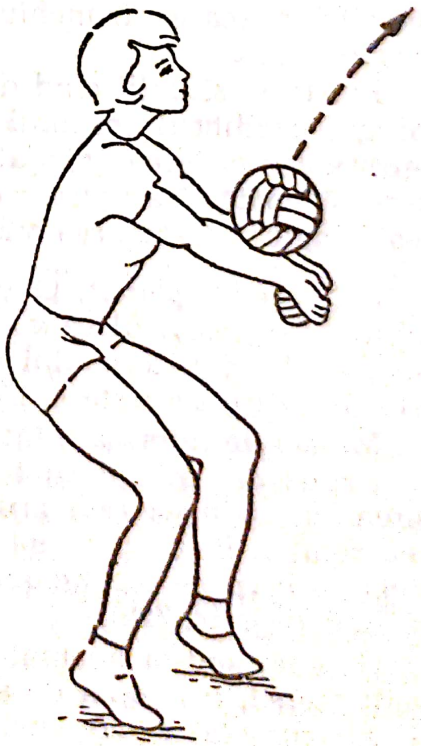


Fig. 328. Preluarea de jos cu două mîini la volei.

Scanned with OKEN Scanner

În schemele noastre sînt reprezentate trei momente caracteristice de pe parcursul mișcării, avînd reprezentate grupele și lanțurile musculare care asigură efortul static și dinamic.

Efortul static este asigurat de lanțurile musculare ale trunchiului și membrelor, care prin activitate „de fixare" (echilibrare) mențin echilibrul întrucît corpul se găsește în echilibru nestabil. Sînt antrenate atît lanțurile musculare ale triplei flexii, cît și cele ale triplei extensii (pentru asigurarea echilibrului în plan sagital), cît și grupele musculare ale aductorilor și abductorilor coapsei, ale pronatorilor și supinatorilor labei piciorului (pentru asigurarea echilibrului în plan frontal). În ceea ce privește trunchiul, poziția de echilibru este asigurată prin efortul conjugat al mușchilor șanțurilor vertebrale și al lanțurilor încrucișate ale peretilor abdominali.

Activitatea dinamică a musculaturii este efectuată în principal de lanțurile musculare ale membrelor superioare, care asigură anteducția și aducția în articulația umărului și mușchii care deplasează cranial și ventro-lateral scapula.

Restul musculaturii membrelor efectuează un efort static global, fixînd articulația cotului în extensie, antebrațele în ușoară pronație, iar cele două mîini apropiate, în flexie.

O oarecare activitate dinamică depun și lanțurile musculare ale trunchiului și membrelor inferioare, care au drept scop orientarea celor două membre superioare întrunite pe direcția traiectoriei mingii care urmează a fi lovită. De supletea și mai ales de precizia acestei mișcări de mică amplitudine depinde orientarea și plasarea precisă atît a corpului, cît și a membrelor superioare pe direcția de unde vine mingea. Întrucît traiectoria mingii este foarte variată, iar unghiul acesteia cu solul are valori diferite, mișcarea trunchiului și membrelor cere o coordonare nervoasă foarte precisă.

Există și situații cînd din cauza unor unghiuri dificile ale traiectoriei mingii, echilibrul corpului în poziția stînd nu poate fi păstrat și atunci se produce căderea „dirijată" a corpului, cu scopul ca din poziția de cădere să poată fi asigurate cele mai bune condiții biomecanice de preluarea mingii și efectuarea mișcării.

2. *Serviciul planat.* O varietate a serviciului în cadrul jocului de volei în care jucătorul ce va executa serviciul se așează astfel în raport cu linia de fund a terenului și cu plasa, întrucît să aibă o latură contrară cu mîna care servește și să poată observa așezarea adversarului.

Membrele inferioare întinse sînt așezate paralel.

Aruncarea mingii se face cu mîna care este mai aproape de latura terenului; mingea este aruncată liber în sus, pe verticală, fără să i se dea rotația. În timp ce mingea este în aer, jucătorul mută greutatea întregului corp pe un membru inferior ușor flectat, în timp ce-l ridică pe celălalt (fig. nr. 329).

Concomitent, trunchiul și membrul superior care va lovi sînt duse mult înapoi, în scopul de a pune în tensiune optimă lanțurile musculare și a acumula o cît mai mare cantitate de energie potențială.

Această modalitate de serviciu, specific japoneză, dă o imagine caracteristică jucătorului care se pregătește să lovească mingea. Mingea este

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 329 Serviciul planat din lateral la volei.

în aer, jucătorul împinge pieptul mult înainte, corpul și membrul superior sînt extinse înapoi, iar trunchiul ușor răsucit spre mîna care lovește.

Din această poziție începe mișcarea de lovire a mingii; greutatea corpului se mută pe piciorul ce a fost ridicat și ulterior fixat pe sol. În timp ce jucătorul face o înălțare pe vîrfuri, mîna este dusă repede înainte, lovește puternic și rapid mingea. Atacarea mingii se face în punctul cel mai înalt al razei de acțiune proprie jucătorului care execută serviciul; ea se poate face de pe loc sau din salt. După lovire, jucătorul se îndreaptă și aterizează la sol.

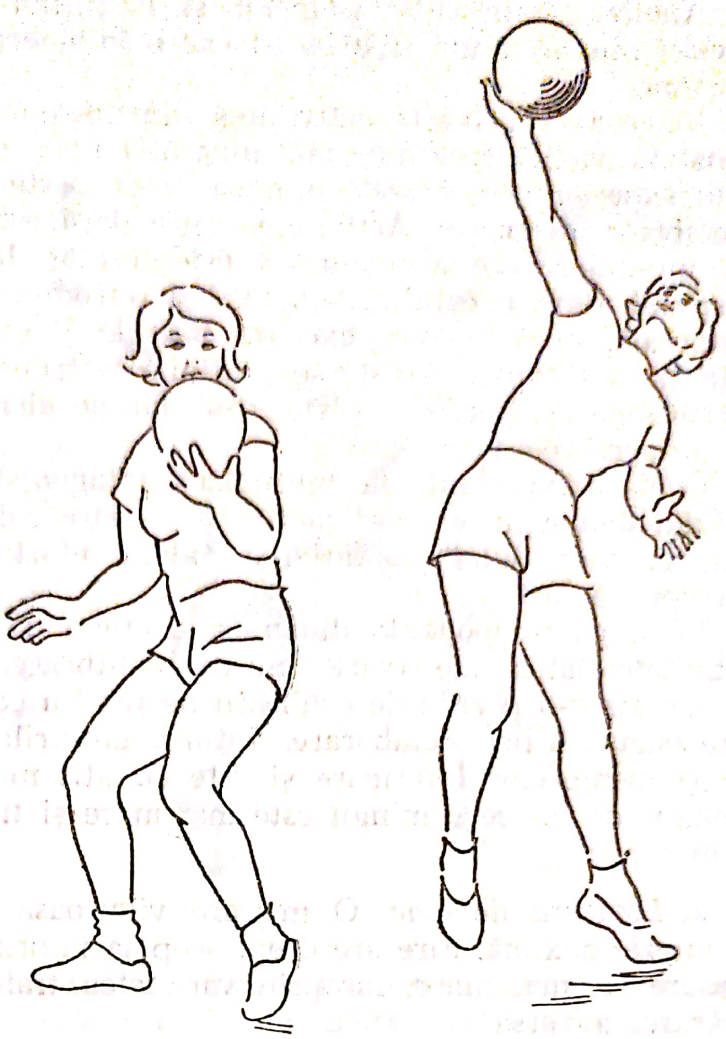
Serviciul planat este o mișcare specializată în cadrul jocului de volei. Din punct de vedere biomecanic, activitatea musculaturii corpului cere o perfectă coordonare și o fină reglare nervoasă a mișcării, care să corespundă în mod ideal tehnicii acestui fel de serviciu.

Mișcarea solicită numeroase grupe și lanțuri musculare, precum și o contribuție importantă de apreciere spațială a analizatorului vizual. Specificul motric al acestei mișcări este o mare viteză de reacție și precizie, iar pentru unele grupe și lanțuri musculare se cere și o contribuție de forță.

În schemele prezentate în fig. 329 au fost înfățișate principalele momente ale mișcării, pe care s-au trasat lanțurile musculare funcționale.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 329 Serviciul planat din lateral la volei.



în aer, jucătorul împinge pieptul mult înainte, corpul și membrul superior sînt extinse înapoi, iar trunchiul ușor răsucit spre mîna care lovește.

Din această poziție începe mișcarea de lovire a mingii; greutatea corpului se mută pe piciorul ce a fost ridicat și ulterior fixat pe sol. În timp ce jucătorul face o înălțare pe vîrfuri, mîna este dusă repede înainte, lovește puternic și rapid mingea. Atacarea mingii se face în punctul cel mai înalt al razei de acțiune proprie jucătorului care execută serviciul; ea se poate face de pe loc sau din salt. După lovire, jucătorul se îndreaptă și aterizează la sol.

Serviciul planat este o mișcare specializată în cadrul jocului de volei. Din punct de vedere biomecanic, activitatea musculaturii corpului cere o perfectă coordonare și o fină reglare nervoasă a mișcării, care să corespundă în mod ideal tehnicii acestui fel de serviciu.

Mișcarea solicită numeroase grupe și lanțuri musculare, precum și o contribuție importantă de apreciere spațială a analizatorului vizual. Specificul motric al acestei mișcări este o mare viteză de reacție și precizie, iar pentru unele grupe și lanțuri musculare se cere și o contribuție de forță.

În schemele prezentate în fig. 329 au fost înfățișate principalele momente ale mișcării, pe care s-au trasat lanțurile musculare funcționale.

Scanned with OKEN Scanner

Analiza contribuției grupelor și lanțurilor musculare în efectuarea acestei mișcări arată și în acest caz o îmbinare a efortului static cu cel dinamic.

În ceea ce privește activitatea dinamică a musculaturii corpului, se constată participarea unui lanț muscular lung, care se întinde de la membrul superior care lovește mingea, trece peste trunchi și se continuă la membrele inferioare. Activitatea musculară este „de învingere" iar lanțul muscular care o efectuează este format din flexorii degetelor și ai corpului, flexorii cotului, aductorii și retroductorii în articulația scapulo-humerală, mușchii care execută bascula laterală și deplasarea ventro-laterală a scapulei. Acesta se continuă la trunchi cu lanțurile musculare încrucișate ale peretelui abdominal, iar de aici cu lanțul triplei extensii de la membrele inferioare.

Concomitent, lanțurile musculare antagoniste ale membrelor și trunchiului depun un efort dinamic „de cedare", dozat proporțional cu solicitarea, contribuind la dozarea valorii efortului necesar unei tehnici corespunzătoare.

Pe lîngă componenta dinamică a efortului muscular se depune și o activitate statică „de fixare" sau de echilibrare, întrucît mișcarea se efectuează dintr-o poziție de echilibru nestabil a corpului. Activitatea statică este asigurată prin colaborarea tuturor lanțurilor musculare ale trunchiului și membrelor inferioare și este cu atît mai intensă, cu atît efortul dinamic de lovire a mingii este mai mare și tinde să dezechilibreze mai mult corpul.

3. *Lovitura de atac.* O mișcare viguroasă desfășurată cu forță și în viteză maximă, care are drept scop să imprime mingii o viteză de deplasare cît mai mare, iar prin varietatea traiectoriei sale să surprindă apărarea adversă.

Mișcarea se execută de regulă din apropierea plasei (fig. 330) și din săritură. Ea cere din partea lanțurilor musculare, pe lîngă viteză, și o mare forță de lovire. Se poate afirma că nici una din execuțiile tehnice din jocul de volei nu cere mai multă forță ca lovitura de atac.

Jucătorul care va executa lovitura se orientează asupra traiectoriei mingii și înaitea contactului cu mingea efectuează o săritură. În același timp, membrul superior care va lovi este dus mult înapoi, iar trunchiul extins ca un arc.

Mișcarea de lovire constă dintr-o contracție puternică, balistică de tip „învingere" a unui lanț muscular lung, care începe la membrul superior cu flexorii carpului, ai cotului, retroductorii brațului, mușchii coborîtori și care basculează medial scapula. Lanțul se continuă la trunchi cu mușchii pereților abdominali, antrenînd lanțurile sale încrucișate, iar la membrele inferioare cu lanțul triplei extensii (care a efectuat săritura). O mențiune specială trebuie acordată mușchilor pronatori ai antebrațului și flexorilor carpului, de care depinde direcția traiectoriei mingii. Executarea corectă și în viteză a acestei mișcări cere o participare importantă a analizatorului vizual, care să furnizeze centrilor nervoși motori informații privind orientarea în spațiu și aprecierea distanței.

După efectuarea lovirii, efortul muscular se adresează restabilirii echilibrului după aterizarea la sol, unde un rol deosebit îl au mușchii șanțu-

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 330. Grupele și lanțurile musculare care asigură lovitura de atac la volei.

rilor vertebrale și lanțurile musculare antagoniste de la membrele inferioare; activitatea musculară este statică „de fixare" sau echilibrare.

Analiza biomecanică a acestor trei execuții tehnice în jocul de volei ne permite să tragem unele concluzii privind metodica antrenamentului jucătorilor de volei. Este necesar să se cunoască de către antrenori care sînt lanțurile musculare ce depun o activitate musculară dinamică „de învingere" sau de alte categorii, iar în cadrul pregătirii speciale să se introducă metode, exerciții și aparate care să se adreseze în primul rînd acestor lanțuri, urmărind creșterea forței.

ELEMENTE DE ANALIZĂ BIOMECANICĂ ÎN BASCHET

Spre deosebire de celelalte jocuri sportive, baschetul cuprinde în dinamica execuțiilor sale tehnice cu precădere elemente de viteză, îmbinate cu precizie, pe un fond de pregătire fizică generală caracterizată printr-o mare rezistență. În ansamblul calităților motrice ale unui jucător de baschet, forța se impune ca un fond general, pe care se dezvoltă și se perfecționează celelalte calități.

Analiza biomecanică în jocul de baschet trebuie să descopere acțiunea forțelor externe în interdependență cu forțele interioare ale organismului

Scanned with OKEN Scanner

și să scoată esențialul în ceea ce privește efortul musculaturii corpului în condițiile unui mare dinamism, ale unor situații tactice neprevăzute și variate în timp foarte scurt.

Musculatura corpului este solicitată global și multilateral în așa fel, încît nu se poate vorbi de anumite grupe sau lanțuri musculare care să acționeze cu eficiență mai mare în comparație cu altele, decît în unele elemente ale tehnicii jocului, cum ar fi spre exemplu: aruncarea la coș de pe loc și din mișcare, driblingul și pasele (fig. 331).

O analiză biomecanică amănunțită ne va permite totuși să evidențiem unele particularități specifice ale efortului muscular în jocul de baschet.

Astfel, în ceea ce privește activitatea dinamică, există o preponderență a lucrului mecanic depus de jumătatea superioară a trunchiului și membrelor superioare, în timp ce membrele inferioare acționează ca un suport mobil și elastic, care execută concomitent pași de alergare întreruptă de numeroase schimbări de direcție. Un rol deosebit îl are jocul lanțurilor musculare ale trunchiului, din a căror combinare rezultă suplețea, viteza și precizia mișcărilor. Într-o proporție crescută față de alte jocuri sportive contribuie lanțurile încrucișate ale trunchiului (sistemele transversospinoase și spinotransverse ale musculaturii jgheaburilor vertebrale și lanțurilor oblice, încrucișate ale peretelui abdominal), care asigură rotările și pivotările trunchiului pe bazin sau cu bazin cu tot pe membrele inferioare.

În ceea ce privește dinamica membrelor superioare, ea se caracterizează prin dese ridicări ale acestora, combinate cu extensia coloanei vertebrale, urmate fie de pase, fie de aruncări la coș. Redresarea trunchiului și elevația membrelor superioare trebuie executată cu mare viteză și precizie, de multe ori din alergare cu corpul flectat înainte sau din înclinări laterale de diferite grade. Se desprinde de aici rolul imortant pe care-l are în execuția acestor mișcări lanțul muscular format din mușchii șanțurilor vertebrale la trunchi, iar la membrele superioare, extensorii cotului, anteductorii brațului, precum și mușchii care ridică, deplasează dorsomediul și basculează medial scapula.

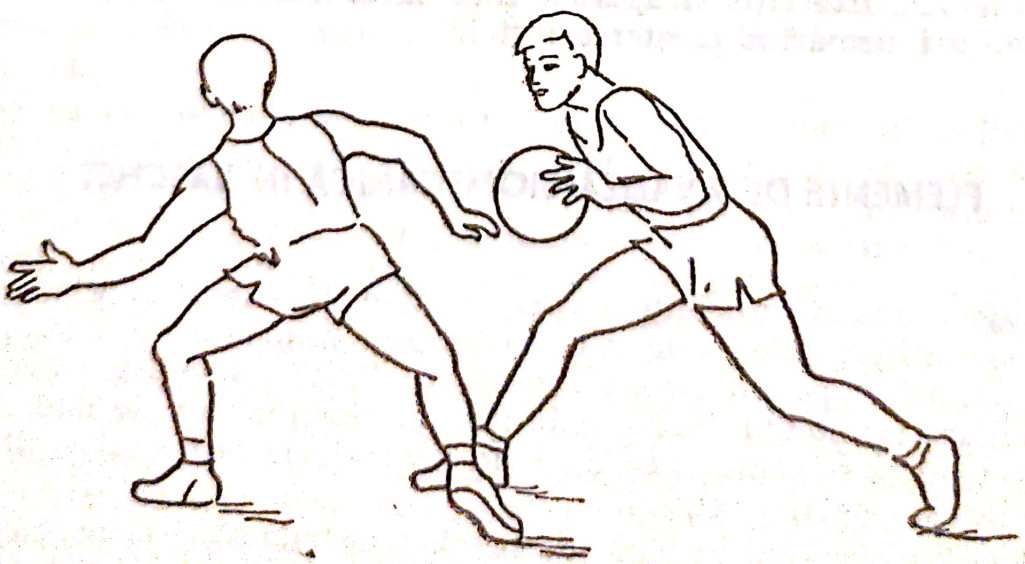


Fig. 331. Fază dinamică din jocul de baschet.

Scanned with OKEN Scanner

Pe lîngă activitatea dinamică, unde elementele de activitate tip „învingere" se împletesc cu cele tip „cedare" ale lanțurilor musculare antagoniste, în jocul de baschet musculatura corpului depune și o importantă activitate statică.

Ceea ce caracterizează efortul static al musculaturii corpului este contribuția acesteia la asigurarea echilibrului corpului în condițiile unui mare dinamism, iar pe de altă parte crearea unui sprijin eficient pentru efectuarea unor mișcări de precizie cu mare viteză. Principalul rol în activitatea statică revine membrelor superoare și bazinului, adică acelor componente ale corpului care sînt situate sub nivelul C.G.G. După cum am arătat mai sus, membrele inferioare trebuie să asigure pe lîngă efortul static și un important efort de mișcare, necesar executării alergării în sensuri diferite și des schimbătoare. Acest lucru complică pe de o parte solicitarea lanțurilor musculare, iar pe de altă parte coordonarea nervoasă în vederea reglării fine și de precizie a mișcărilor.

În condițiile jocului de baschet, C.G.G. al corpului suferă deplasări multiple și în mare viteză, ceea ce crează solicitări statice variate pentru asigurarea echilibrului. Principala cauză mecanică care solicită static musculatura corpului este variația necontenită atît a măririi bazei de sprijin a corpului (cînd pe un picior, cînd pe ambele, cînd cu picioarele apropiate, cînd cu ele depărtate, etc.), a numeroaselor înclinări în diferite sensuri care determină ieșirea verticalei C.G.G. în afara bazei de susținere, cît și variația înălțimii față de sol.

Datorită acestor cauze, în jocul de baschet există o variație a unghiului de stabilitate a corpului, ceea ce impune un efort static de echilibrare de mare importanță. Este cunoscut faptul că, în condițiile unui echilibru nestabil, așa cum este în jocul de baschet, asigurarea echilibrului corpului se face prin efort muscular static „de fixare" sau „echilibrare", unde colaborează absolut toate grupele și lanțurile musculare antagoniste. Valoarea energiei cheltuită de către grupele musculre antagoniste depinde de direcția în care s-a făcut dezechilibrarea și de mărimea oscilației C.G.G.

Asigurarea echilibrului corpului în aceste condiții cere o coordonare nervoasă perfectă, care nu se poate realiza decît cu concurența mai multor factori și anume:

— o pregătire fizică înaltă, unde în principal trebuie dezvoltată viteza de reacție;

— o informare continuă, permanentă și multilaterală a centrilor nervoși motori piramidali și extrapiramidali, unde substanța reticulată a trunchiului cerebral și cerebelul au un rol de o deosebită importanță;

— o informare continuă proprioceptivă pe cale de aferentație inversă asupra stadiului execuției mișcărilor pe întreg parcursul lor;

— o informare continuă vestibulară asupra variațiilor poziției corpului și segmentelor sale în cursul execuției diverselor elemente tehnice;

— o informare precisă asupra poziției corpului în spațiu, asupra distanței și în fine asupra mișcărilor adversarului, asigurată pe căile analizatorului vizual;

Scanned with OKEN Scanner

— o participare masivă a centrilor corticali motori, care să ia măsuri adecvate și eficiente pe baza tuturor acestor informații care sosesc neîncetat și necesită un răspuns rapid.

Din cele arătate mai sus rezultă complexitatea problemelor de coordonare nervoasă care se pun în practica jocului de baschet, ceea ce explică și dificultatea atingerii măiestriei tehnice în acest joc sportiv. Datorită acestui fapt, care explică participarea substanțială a sistemului nervos și în primul rînd a scoarței cerebrale, în jocul de baschet pe lîngă oboseala determinată de efortul muscular, vine să se adauge oboseala nervoasă care constituie un factor important și, de care trebuie să se țină seamă în metodica antrenamentului jucătorilor de baschet. Pentru aceasta este necesar ca periodic și cu regularitate să se efectueze un control medical riguros al jucătorilor de baschet, din care să nu lipsească examenul acuității exteroceptorilor (vizual, vestibular) al proprioceptorilor, al vitezei de reacție, cît și al excitabilității neuromusculare. Este necesar de asemenea ca la jucătorii de baschet să se determine valoarea contribuției mușchilor (sau componentelor musculare) fazici și tonici după metoda F.C. Ulmeanu și Al. Partheniu; sînt necesare de asemenea determinări multiple electromiografice, probe vestibulare, determinarea înălțimii C.G.G. De asemenea, se impune ca o necesitate, efectuarea unor probe biochimice complexe care să ne dea indicații asupra homeostazei generale organice.

Pentru o mai bună precizare a activității statice și dinamice depusă de grupele și lanțurile musculare în practica jocului de baschet, vom analiza cîteva din cele mai importante elemente tehnice din cadrul acestui joc sportiv.

Aruncarea mingii la coș este o execuție tehnică specifică jocului de baschet, care se poate face de pe loc sau din elan.

a) *Aruncarea de pe loc* constă dintr-o poziție inițială (fig. 332) caracterizată biomecanic printr-o ușoară coborîre a C.G.G. al corpului, prin ușoara flexie a articulațiilor membrelor inferioare și a trunchiului. Membrele superioare care țin mingea se găsesc în flexie de aproape 90° la cot și ușoară anteducție a brațelor. Privirea este ațintită la coș, căutînd să furnizeze o cît mai precisă apreciere a distanței. Din această poziție jucătorul efectuează o extensie a membrelor inferioare care ridică C.G.G. și o tragere a mingii către corp, printr-o accentuare a flexiei cotului, o flexie dorsală a corpului (cu ușoară răsturnare a mîinilor care țin mingea) și o retroducție. Urmează aruncarea propriu-zisă, executată în principal prin împingerea mingii de către membrele superioare. Traiectoria mingii trebuie să fie înaltă, să depășească cadrul coșului către marginea ventrală a acestuia și să cadă în interiorul inelului metalic.

Principalele grupe și lanțuri musculare care asigură acest efort dinamic „de învingere" sînt extensorii cotului, anteductorii și abductorii brațului, ridicătorii centurii scapulare și mușchii care basculează lateral scapula. La membrele inferioare acționează lanțul triplei extensii, iar la trunchi mușchii șanțurilor vertebrale.

Aruncarea la coș în jocul de baschet este prin excelență o probă de finețe, precizie și înaltă coordonare nervoasă, în care informațiile — de la analizatorul vizual în primul rînd, apoi de la cele proprioceptive

Scanned with OKEN Scanner

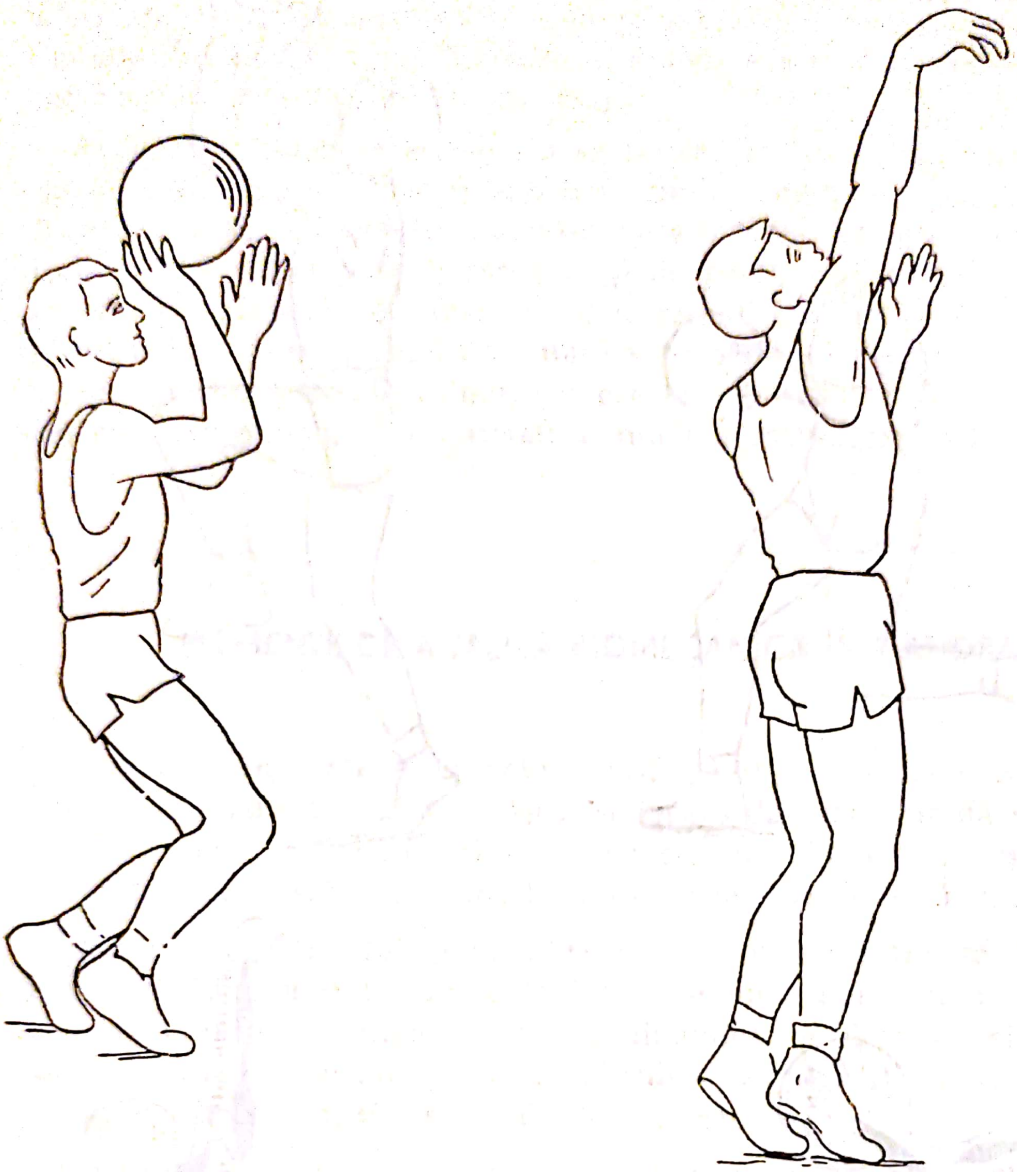


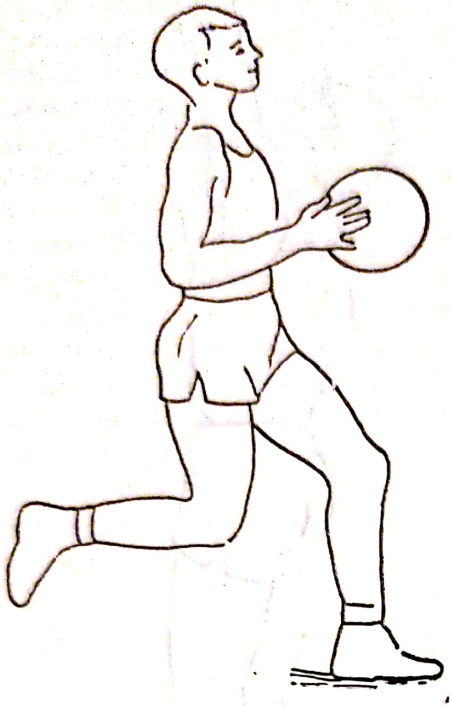
Fig. 332. Aruncarea de pe loc la coș la baschet.

și vestibulare — joacă un rol de o deosebită importanță. Trebuie subliniat de asemenea rolul concentrării psihice care precede și însoțește efortul de aruncare. Componenta musculară dinamică, deși este un factor important, nu are valoare decît în cadrul acestei coordonări nervoasă fine și de precizie.

b) *Aruncarea din elan* ridică probleme grele atît mecanice, cît și tehnice și de coordonare nervoasă. Din punct de vedere muscular ea este efectuată de aceleași grupe și lanțuri musculare, la care se adaugă contribuția lanțurilor musculare rotatorii încrucișate ale trunchiului și de regulă efortul muscular unilateral al unui singur membru superior. Membrele

Scanned with OKEN Scanner

Fig 333. Aruncarea la coș din elan la baschet;



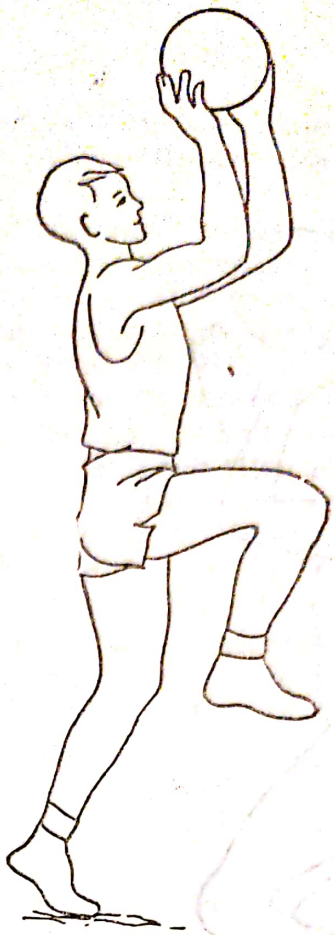


Fig. 334. Aruncarea din elan la baschet.

Fig. 335. Lanțurile musculare care asigură mișcarea de aruncare a mingii la baschet.

Scanned with OKEN Scanner

inferioare, pe lîngă efortul static de echilibrare, depun și un efort dinamic specific alergării, iar în faza de aruncare un efort dinamic specific unei impulsii de sol (fig. 333, 334, 335).

Aruncarea la coș din elan nu se poate efectua cu eficiență decît în cadrul unei înalte măiestrii sportive, unde contribuția motrică trebuie să fie realizată ca stereotip dinamic, spre a lăsa libertatea centrilor corticali pentru reglarea nervoasă fină și de precizie a aruncării. În cadrul acestei execuții tehnice, crește rolul informațiilor vizuale, proprioceptive și vestibulare al substanței reticulare a trunchiului cerebral și al creerului. Un rol important în asigurarea preciziei mișcărilor îl au centrii nervoși extrapiramidali, corpii striați și nucleul roșu al mezencefalului.

ELEMENTE DE ANALIZĂ BIOMECANICĂ ÎN HANDBAL

Handbalul în șapte se caracterizează printr-o activitate motrică complexă și un mare dinamism. Mișcarea jucătorilor este rapidă și întreruptă de elemente specifice, dintre care cel mai important este lovitura la poartă din mișcare sau lovitura de pedeapsă de la 7 m.

În timp ce trunchiul și membrele superioare efectuează mișcări variate care solicită puternic toate lanțurile musculare, membrele inferioare îndeplinesc, pe lîngă activitatea dinamică de alergare, și un important rol static de asigurare a echilibrului corpului și de suport pentru mișcările trunchiului și ale membrelor superioare.

Lovitura de la 7 m se caracterizează prin forța necesară imprimării unei viteze inițiale maxime mingii și surprinderea portarului advers (derutarea lui asupra traiectoriei probabile).

Musculatura care efectuează lovitura formează un lanț muscular întins; acesta începe la membrul superior care ține mingea, trece peste trunchi și se determină la membrele inferioare (fig. 336). Acest lanț muscular, care depune o intensă activitate dinamică, „de învingere", este format din flexorii corpului, ai cotului, retroductorii și aductorii brațului, mușchii care coboară, deplasează ventral și basculează medial scapula; el se continuă cu lanțurile musculare ventrale ale trunchiului (în principal rotatorii) și cu tripla extensie de la membrul inferior de sprijin.

Surprinderea portarului advers se realizează prin schimbarea bruscă a traiectoriei mingii. Acest lucru se realizează prin contribuția dinamică specifică a lanțurilor musculare rotatorii ale trunchiului și prin contribuția analizatorului vizual, care poate da adversarului indicații înșelătoare.

Scanned with OKEN Scanner

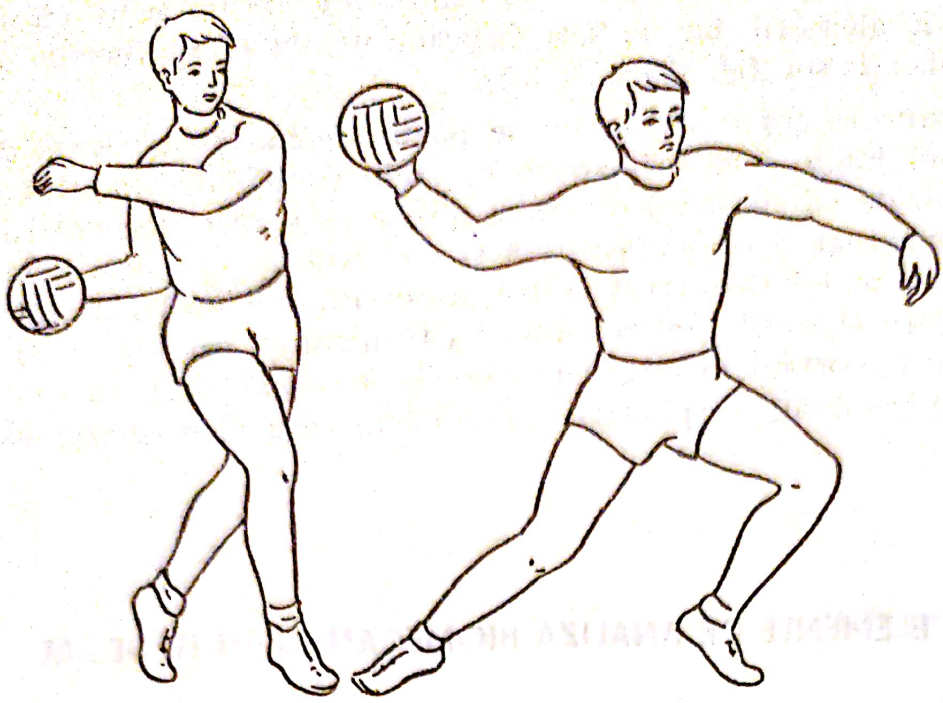


Fig. 336. Lovitura de la 7 metri la handbal.

Un rol îl poate avea și schițarea unei mișcări în direcție opusă. Acest lucru cere, pe lîngă o coordonare nervoasă perfectă, și o mare viteză de reacție la grupele musculare în general și la cele antagoniste în special.

Lovitura la poartă din elan este asigurată de aceleași lanțuri musculare. Specific în această mișcare complexă este viteza de execuție și forța imprimată mingii (fig. 337, 337 bis 338). Dat fiind dinamismul specific

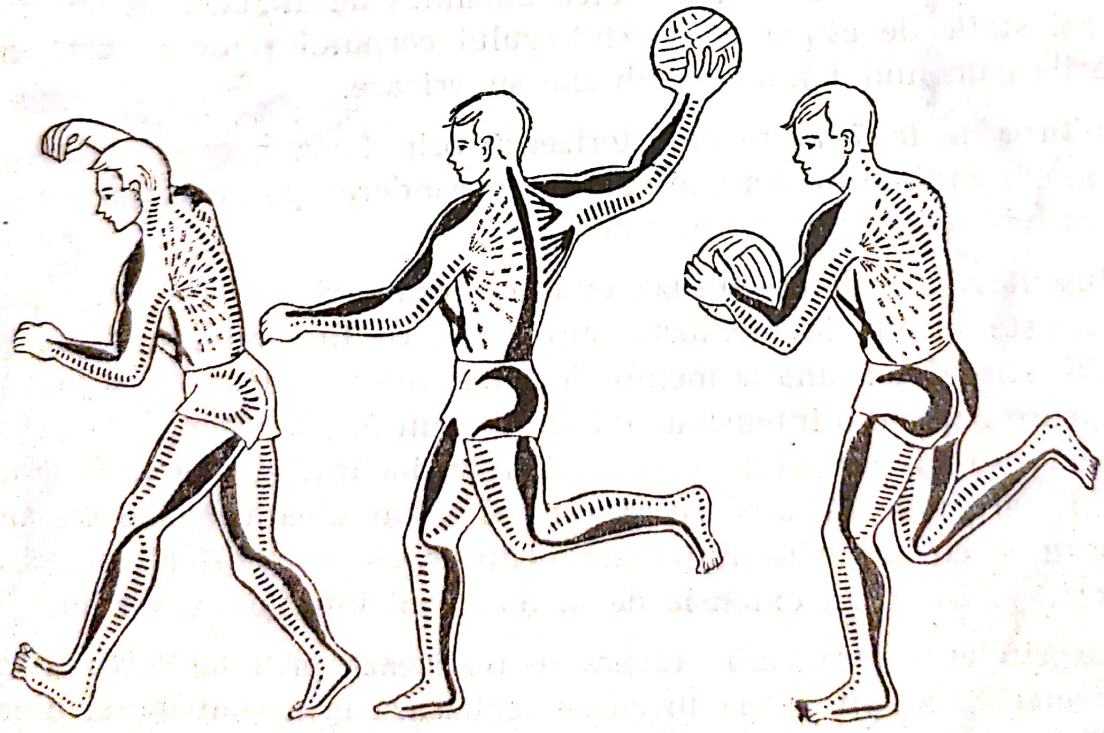


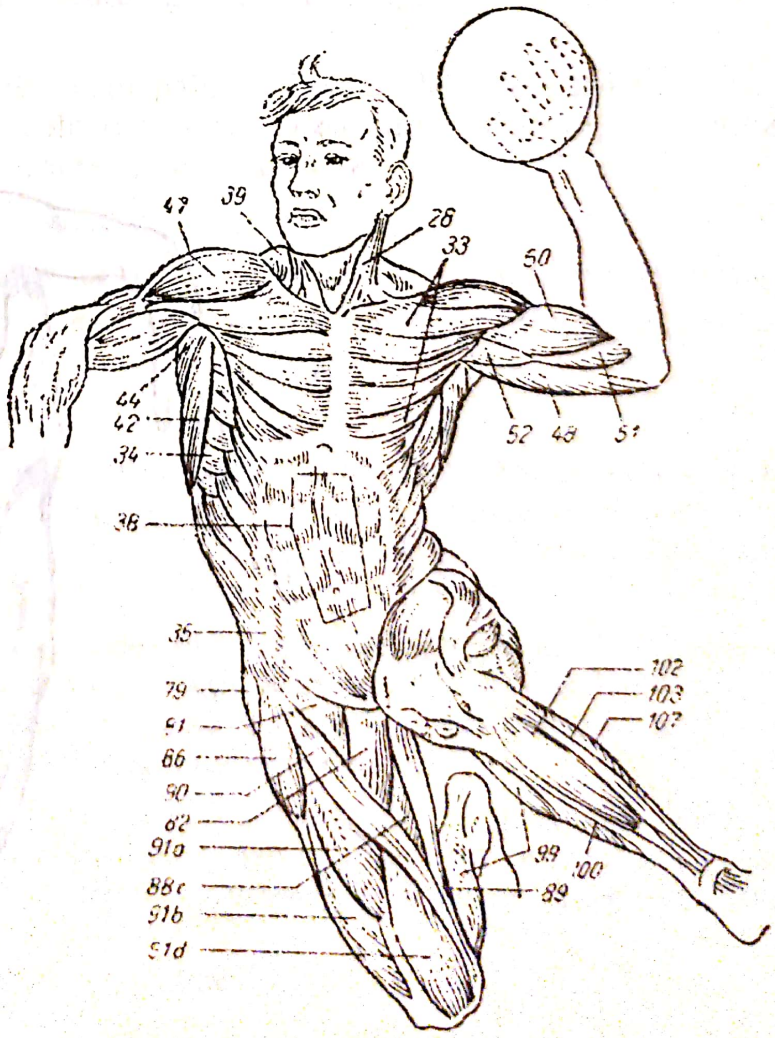
Fig. 337. Lovitura din elan la handbal. Faze diferite ale loviturii, cu grupele și lanțurile musculare care le asigură.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 337 bis. Explicații în text

Fig. 338. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice în săritura pentru aruncare a mingii, la handbal. (după K. Tittel)

39 — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoidens); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralismajor); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *36* — M. oblic mic (,. oblicus internus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *81* — M. psoas iliac (psoas iliacus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *90* — M. croitor (sartorius); *82* — M. pectineu (pectineus); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *91 b)* — M. vast lateral — (vastus lateralis); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *28* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido mastoideus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *52* — M. coraco — brahial (coraco—brahialis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *89* — M. drept intern (gracillis)

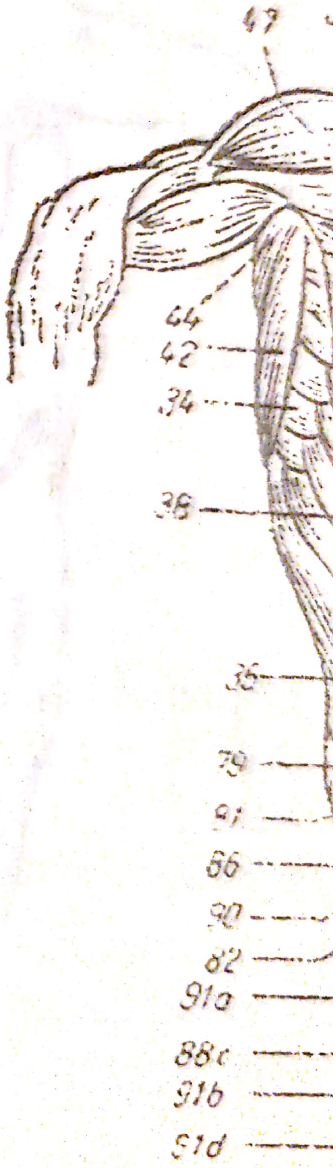


Scanned with OKEN Scanner

Fig. 337 bis. Explic

Fig. 338. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice în săritura pentru aruncare a mingii, la handbal. (după K. Tittel)

39 — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoidens); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralismajor); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *36* — M. oblic mic (,. oblicus internus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *81* — M. psoas iliac (psoas iliacus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *90* — M. croitor (sartorius); *82* — M. pectineu (pectineus); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *91 b)* — M. vast lateral — (vastus lateralis); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *28* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido mastoideus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *52* — M. coraco — brahial (coraco--brahialis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *89* — M. drept intern (gracillis)



Scanned with OKEN Scanner

II

III

Scanned with OKEN Scanner

jocului de handbal în 7, lovitura la poartă din mișcare mai poate fi executată și în alte stiluri, cum ar fi imprimarea unei traiectorii pe jos a mingii (fig. 339), lovituri prin surprindere din diferite poziții și cu traiectorii diferite etc.

Este de reținut, din această sumară analiză biomecanică, necesitatea de a se ține seama de metodica antrenamentului handbaliștilor de creșterea vitezei de reacție în general și de creșterea forței, în special la lanțurile musculare care efectuează diferite lovituri la poartă.

Fig. 339. Lovitura din lateral la handbal.

ELEMENTE DE ANALIZĂ BIOMECANICĂ IN FOTBAL

Fotbalistul modern se caracterizează printr-un dinamism accentuat, o mișcare continuă pe întreg terenul, cu dese schimbări de posturi, ceea ce determină o solicitare multilaterală atît motrice, cît și vegetativă și psihică.

Întrucît mișcările pe teren ale jucătorilor de fotbal sînt de o complexitate extremă, analiza biomecanică nu poate fi făcută global, ci separat pe diferite elemente tehnice.

In ceea ce privește pozițiile inițiale și finale, deși sînt asemănătoare într-o oarecare măsură cu cele din gimnastică sau atletism, în fotbal există totuși unele poziții caracteristice și anume:

a) poziții stînd pe loc;

b) poziția jucătorului care se pregătește să lovească o minge statică;

c) poziția jucătorului care se pregătește să preia o minge cu pieptul;

d) poziția în aruncarea mingii de la margine;

e) poziția fundamentală a portarului.

Caracteristica biomecanică a diverselor poziții în fotbal constă în contribuția forțelor interioare ale organismului și în primul rînd a musculaturii în asigurarea echilibrului, dat fiind că aceste poziții sînt toate de echilibru nestabil.

C.G.G. al corpului se află deasupra bazei de sprijin, care variază ca mărime, ceea ce aduce implicit o variație a unghiului de stabilitate al corpului. Cu cît acest unghi este mai mic, cu atît efortul static al musculaturii pentru asigurarea echilibrului este mai mare.

Specificul activității musculare în asigurarea pozițiilor din jocul de fotbal este „de fixare" sau echilibrare, fiind îndeplinit de lanțurile musculare antagoniste de la membrele inferioare și trunchi, care acționează

Scanned with OKEN Scanner

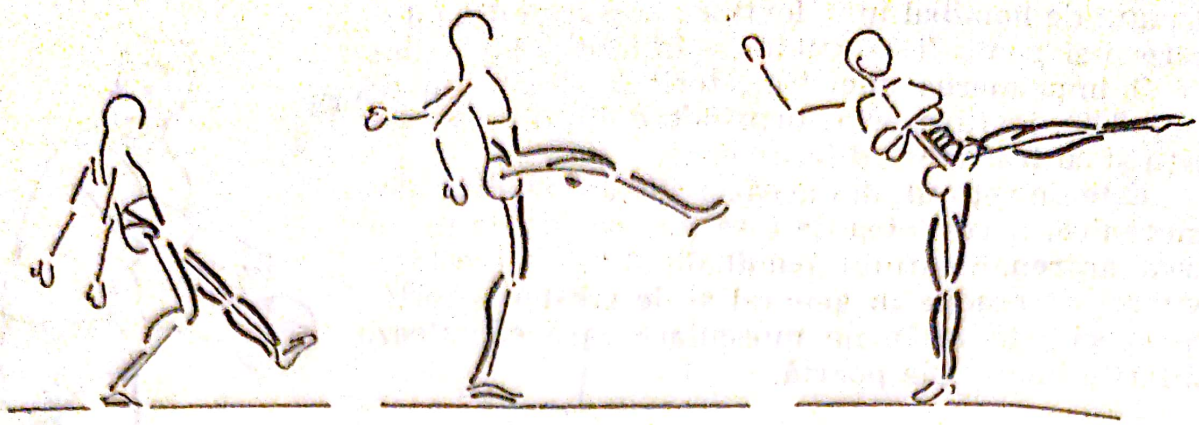


Fig. 340. Analiza sumară a șutului la fotbal: lovitura cu stîngul, lovitura cu dreptul și lovitura laterală.

asupra C.G.G. menținînd în permanență verticala sa în interiorul bazei de sprijin (fig. 340).

Analiza biomecanică a unor elemente tehnice specifice jocului de fotbal trebuie să țină seama de faptul că fotbalul modern se caracterizează printr-o mișcare continuă, iar majoritatea execuțiilor se efectuează din mișcare și viteză, din poziții extrem de variate și dificile.

În compunerea oricărui procedeu intră atît mișcarea pe care o efectuează jucătorul pînă cînd ia contact cu mingea, cît și mișcările segmentelor corpului angrenate în execuția propriu-zisă.

C.G.G. al corpului oscilează în diferite direcții, în sus și în jos, lateral, înainte sau înapoi, determinînd prin aceasta variații ale gradului de stabilitate, care trebuie compensate prin activitatea musculaturii corpului. Variațiile bazei de susținere pe parcursul diferitelor execuției tehnice influențează și ele stabilitatea corpului, determinînd creșterea sau descreșterea unghiului de stabilitate, și prin aceasta solicită variat lanțurile musculare pentru asigurarea echilibrului. Variațiile mari ale deplasării C.G.G. și ale bazei de sprijin în unele situații necesită execuții tehnice „din cădere" sau răsturnare (foarfecă), ceea ce complică asigurarea conducerii neuro-musculare și a reglării fine a mișcării. Datorită acestui fapt, respectivele elemente tehnice sînt mai greu de însușit și cer o înaltă măiestrie tehnică.

Desi corpul participă în întregime la execuția tuturor elementelor tehnice, un rol covîrșitor revine totuși membrelor inferioare, sau mai bine zis tuturor segmentelor corpului situate sub C.G.G.

În specificul jocului de fotbal, membrele inferioare îndeplinesc două funcții fundamentale:

a) activitatea ca organe de sprijin

b activitatea depusă pentru executarea diferitelor procedee tehnice, cum ar fi, spre exemplu: lovirea, preluarea, etc.

Datorită acestui fapt, în fotbal vom avea de descris atît lucrul piciorului de sprijin, cît și cel al piciorului de execuție.

Este necesar să se rețină faptul că, la executarea oricărui procedeu tehnic de fotbal, iau parte toate segmentele corpului, într-o măsură mai

Scanned with OKEN Scanner

buția principală revine piciorului de execuție, în timp ce restul corpului servește unor scopuri diverse. Astfel, în timp ce piciorul de sprijin servește la menținerea greutății corpului, membrele superioare servesc la asigurarea echilibrului prin mișcări compensatorii, iar trunchiul contribuie la corectitudinea poziției. Toate aceste activități ajutătoare servesc scopului principal — crearea condițiilor tehnice și biomecanice optime pentru efectuarea loviturii de către piciorul de execuție.

În analiza biomecanică a mișcărilor caracteristice jocului de fotbal trebuie să se țină seama de următoarele aspecte:

a) condițiile mecanice inițiale caracteristice procedeului tehnic;

b) interacțiunea forțelor externe și interne pe parcursul execuției mișcării în ansamblul ei;

c) descrierea mișcării pe faze, caracteristica fiecărei mișcări în parte. Astfel, la „lovirea mingii cu capul de pe loc, urmată de săritură, avem următoarele faze: (1) pregătitoare (îndoirea ușoară a genunchilor, cu flexie ușoară în celelalte articulații ale membrelor inferioare și a trunchiului); (2) impulsia; (3) zborul (4) lovirea mingii cu capul și (5) aterizarea cu amortizare după săritură.

La descrierea mișcărilor se va stabili direcția, viteza, accelerația, atît la corpul în întregime, cît și la membre.

d) După indicarea fazelor cu particularitățile lor biomecanice specifice, analiza se completează succesiv, pe elemente.

Este necesar ca în finalul analizei mișcărilor pe faze și elemente să se facă legătura între fazele mișcărilor.

e) După analiza biomecanică a procesului de bază, este necesar să se descrie și variantele în care intră particularitățile individuale ale jucătorilor de fotbal.

Dintre numeroasele procedee tehnice folosite în jocul de fotbal, dăm mai jos descrierea particularităților biomecanice la următoarele:

Lovirea mingii cu piciorul (șutul) este cea mai frecventă mișcare folosită în jocul de fotbal. Ea poate fi făcută de pe loc sau din mișcare, direct sau prin răsturnare (foarfecă); mingea poate fi lovită cu vîrful piciorului, cu părțile laterale, sau cu călcîiul. După scopul urmărit în ansamblul tactic, lovitura cu piciorul poate fi îndreptată asupra porții sau să constituie o pasă înainte, laterală sau înapoi. Modalitatea execuției, forța loviturii variază după scopul urmărit; ea este mai mare în cazul loviturilor de pedeapsă îndreptate asupra porții și variază în intensitate în celelalte variante.

Vom analiza numai cîteva din aceste variante de execuție tehnică și anume pe acelea care folosesc o forță mai mare, antrenînd prin aceasta o cheltuială de energie mai importantă și cerînd o precizie mai mare.

Lovirea mingii de pe loc, îndreptată asupra poziției adversarului, cum sînt loviturile de la 11 m sau loviturile de pedeapsă directe, se compune din următoarele faze: (a) pregătirea, (b) execuția și (c) restabilirea.

În faza de pregătire jucătorul execută un elan prin alergare accelerată, pe distanțe variate, în scopul obținerii unei viteze orizontale maxime. Musculatura care execută elanul este aceeași ca în alergare. Distanța (numărul pașilor) trebuie să fie în așa fel stabilită, încît după ultimul

Scanned with OKEN Scanner

pas de alergare piciorul care va lovi să aibă cele mai bune condiții mecanice de execuție; în caz contrar, eficiența loviturii scade.

Execuția se face cu unul din membrele inferioare, în timp ce celălalt servește ca sprijin elastic. Piciorul de sprijin se află în ușoară flexie din toate articulațiile, prin contribuția dinamică „de cedare" a lanțului triplei extensii. Piciorul de șut este dus mult înapoi prin acțiunea unui lanț muscular format din extensorii coapsei pe bazin, flexorii genunchiului și flexorii plantari. Datorită acestei mișcări este pus în stare de tensiune lanțul muscular care va efectua lovitura și anume: flexorii coapsei pe bazin, flexorii genunchiului și flexorii plantari. Datorită acestei mișcări este pus în stare de tensiune lanțul muscular care va efectua lovitura și anume: flexorii coapsei pe bazin, extensorii genunchiului și flexorii dorsali în articulația talo-crurală. Scopul acestei mișcări pregătitoare este de a crea — prin întinderea lanțului muscular care va efectua șutul — o alungire optimă a mușchilor și prin aceasta de a face să crească lungimea scurtării, implicit lucrul mecanic efectuat. Urmează apoi, din această poziție, o contracție puternică, balistică, care pendulează viguros membrul inferior către minge. Lanțul muscular arătat mai sus depune un efort dinamic „de învingere" care imprimă piciorului o mișcare accelerată pînă la contactul cu mingea, căreia îi transmite prin lovitură o mare energie cinetică. Traiectoria descrisă de minge variază după modul în care este lovită; în general e de dorit să fie cît mai joasă și parcursă cu o viteză cît mai mare. Eficiența loviturii la poartă depinde de viteza cu care mingea își parcurge traiectoria, deci de forța loviturii. Ea mai depinde și de alți factori, și anume de mișcările înșelătoare pe care jucătorul le face spre a nu da portarului advers timpul necesar să se orienteze în direcția traiectoriei. Din păcate, eficiența loviturii scade sau se reduce la zero în cazul unei tehnici greșite, care determină o traiectorie a mingii în afara spațiului porții. La originea acestor tehnici greșite stau mai mulți factori, dintre care cei mai importanți sînt descriși în cele ce urmează.

a) Unul dintre factori este lipsa unei coordonări nervoase perfecte a contracției diferitelor grupe din cadrul lanțului muscular care efectuează mișcarea de lovire a mingii. Din acest punct de vedere, un rol hotărîtor îl are controlul mobilității articulației talo-crurale. Este suficient ca înaintea lovirii mingii să se producă o mișcare de o amplitudine necorespunzătoare, pentru ca traiectoria să nu mai cadă pe spațiul porții. Astfel, dacă flexia dorsală este mai amplă decît trebuie, traiectoria mingii va trece cu siguranță peste poarta adversă. Dacă pronația sau suspinația labei piciorului va fi exagerată, traiectoria mingii va depăși limitele laterale ale porții.

b) Aceste greșeli tehnice mai au drept cauză și locul unde este lovită mingea, în sensul că lovitura poate fi executată pe o direcție care coincide cu centrul de greutate al acesteia și cu traiectoria, sau pe direcții în afara acestor doi parametri. În primul caz, traiectoria mingii va fi pe direcția forței de lovire, iar eficiența crescută; în caz contrar, pe lîngă o mișcare de rotație imprimată mingii în jurul axei sale, traiectoria va fi mai curbată (boltită), iar eficiența loviturii scăzută. Este adevărat că în cazul unei înalte măiestrii, aceste lovituri cu boltă și traiectorie deviată pot surprinde adversarul, dar de cele mai multe ori acest sistem de lovire determină traiectorii în afara spațiului porții.

Scanned with OKEN Scanner

O concluzie practică care se impune în urma acestor considerații biomecanice este ca în metodica antrenamentului jucătorilor de fotbal să se dea o importanță crescută mișcărilor labei piciorului, atît în articulația talo-crurală, cît și în articulațiile infra-talare, pentru a se obține un control riguros și o coordonare nervoasă optimă a acestor mișcări.

c) O altă cauză care stă la originea numeroaselor greșeli tehnice în loviturile la poartă de pe loc este și insuficienta pregătire fizică specială, care nu a ajuns încă în faza cînd există o coincidență perfectă între activitatea motrică propriu-zisă și informațiile vizuale de apreciere corectă a dimensiunilor. Informațiile vizuale, prelucrate la nivelul centrilor nervoși subcorticali, ai cerebelului și substanței reticulate creează baza materială sigură a unui răspuns motor adecvat. Această legătură strînsă între comanda motrică și aferențele venite pe calea analizatorului vizual se stabilește cu greutate, cere mult timp și o mare răbdare și perseverență atît din partea sportivului, cît și a antrenorului.

d) În sfîrșit o altă cauză care stă la baza greșelilor tehnice din cadrul loviturilor directe la poartă se datoresc faptului că omul are o serie de deprinderi motrice și stereotipuri dinamice stabilite încă din frageda copilărie, care se referă la mișcările obișnuite din mers, alergare și sărituri, unde se stabilește de timpuriu și puternic o perfectă coordonare a activității motrice, cu eficiență și randament maxim. Aceste mișcări sînt îndeplinite, pentru membrele inferioare, de către cele două lanțuri musculare fundamentale, tripla flexie și tripla extensie, reușind ca pe parcursul anilor și foarte de timpuriu să existe o coordonare fină a contribuției acestor două lanțuri musculare. Din acest motiv, mersul, alergarea și săriturile obișnuite, practicate de orice om, se efectuează cu mare precizie și eficiență.

În cazul unor mișcări care solicită alte grupe și mai ales alte lanțuri musculare, cum este cazul șutului la fotbal, este necesar să se stabilească treptat — și acest lucru nu este de loc ușor — alte legături temporare în sistemul nervos central, care să asigure o coordonare perfectă a lucrului muscular în condițiile în care componentele lanțurilor musculare variază rapid, așa cum se întîmplă în majoritatea mișcărilor complexe, deci și în jocul de fotbal.

Cunoașterea acestor particularități biomecanice de către sportivi și antrenori este de mare importanță pentru dirijarea științifică a antrenamentului.

Lovirea mingii din mișcare se execută cu mai multe scopuri, cum sînt, spre exemplu, șutul la poartă și pasa. Ambele lovituri cer o mare precizie, iar șutul la poartă cere în plus forță. Dat fiind situațiile multiple care survin în jocul de fotbal, marea mobilitate a jucătorilor, executarea cu precizie a acestor lovituri este destul de dificilă (fig. 341, 342).

O contribuție însemnată în executarea corectă a acestor lovituri o aduc informațiile provenite de la analizatorul vizual, care apreciază distanțele și pozițiile, precum și informațiile vestibulare, care concură la asigurarea echilibrului.

Din punct de vedere muscular lucrurile se petrec ca la lovitura de pe loc, la care se adaugă contribuția lanțurilor musculare rotatorii și cele care înclină trunchiul.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 341. Lovirea mingii din mișcare la fotbal.

În cazul loviturilor prin răsturnare (foarfecă), execuția acestora cere o înaltă măiestrie, iar rolul cel mai important îl joacă analizatorul vestibular.

Rezultă din cele de mai sus, că în execuția loviturilor din mișcare, efortului muscular i se adaugă o importantă contribuție a analizatorilor vizual, vestibular și proprioceptorilor. De aceea în antrenamentul jucătorilor de fotbal este necesar ca pe lîngă exerciții speciale, care să solicite acești analizatori în vederea unei coordonări cît mai fine a activității motrice, să se practice periodic și cu regularitate diverse probe specifice de control medical asupra funcției acestor analizatori.

Lovirea mingii cu capul din săritură este o mișcare impusă de cerințele tacticii din fotbalul modern. Ea se poate face în două feluri: a) lovitura cu fruntea plină și b) lovitura cu partea laterală a capului. La fiecare din ele există cîteva variante, care prezintă particularități biomecanice esențiale.

Lovirea mingii cu capul din plonjon înainte se face de obicei din alergare, cu bătaie pe un picior. În ansamblul său, mișcarea cuprinde șase faze: (a) elanul; (b) ghemuirea; (c) bătaia; (d) zborul; (e) lovitura cu capul și (f) aterizarea (revenirea la sol).

Elanul constă dintr-o alergare accelerată treptat pe o distanță de 3—4 m, în care timp ritmul nu trebuie întrerupt; ultimul pas al elanului trebuie să cadă pe piciorul de bătaie. Din punct de vedere muscular, se depune aceeași activitate ca în alergările obișnuite.

Ghemuirea constă din coborîrea C.G.G., corpul sprijinindu-se pe piciorul de bătaie care execută o flexie în toate articulațiile sale, combinată cu o ușoară flexie a trunchiului. Faza de ghemuire are rolul de a pune în

Scanned with OKEN Scanner

tensiune lanţurile musculare care vor efectua contracţia balistică ce va proiecta corpul spre minge. Ea mai are şi rolul de a determina unghiurile optime de flexie la nivelul articulaţiilor coxo-femurale, genunchiului şi talo-crurale de la piciorul de bătaie, care să creeze cele mai favorabile condiţii mecanice pîrghiilor osoase la declanşarea contracţiei. În această fază, lanţul muscular al triplei extensii şi muşchii şanţurilor vertebrale îndeplinesc o activitate dinamică „de cedare"; rolul acestui lanţ muscular poate fi asemănat cu comprimarea unui resort elastic, care la momentul oportun va declanşa impulsia corpului de la sol.

Bătaia constă dintr-o contracţie energică excentrică a lanţului muscular descris mai sus. În acelaşi timp lanţurile musculare antagoniste de la trunchi şi membrele inferioare îndeplinesc o activitate „de cedare", determinînd prin acţiunea lor şi cu sprijinul analizatorului vizual care apreciază traiectoria mingii, direcţia corectă a capului în întîmpinarea acesteia. Rolul antagoniştilor nu se limitează numai la această acţiune, ci mai contribuie la solidarizarea capului, gîtului, şi trunchiului într-un

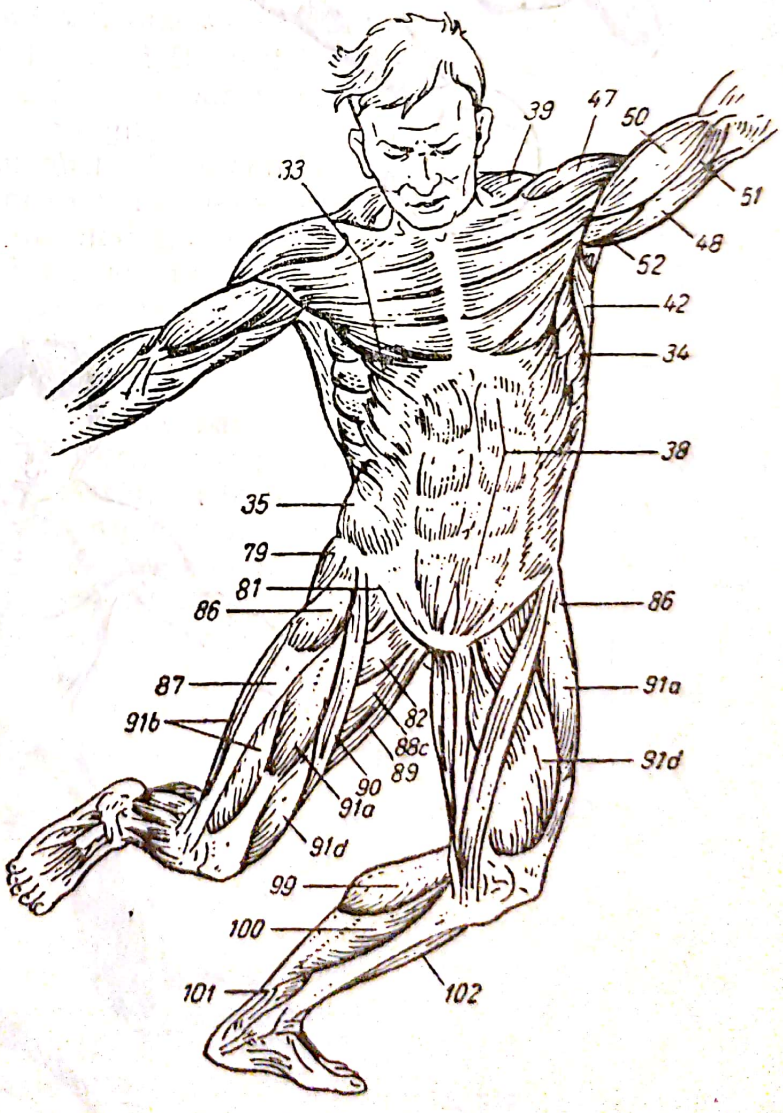


Fig. 342. Dispoziţia musculaturii şi lanţurile cinematice în realizarea şutului la fotbal.

(După K. Tittel)

33 — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *81* — M. psoas iliac (psoas iliacus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *87* — Fascia lata; *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *82* — M. pectineu (pectineus); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *89* — M. drept intern (gracillis); *90* — M. croitor (sartorius); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 d)* — M. vast intermediar — (vastus intermedius); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille; *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *52* — M. coraco — brahial (coraco —brahialis); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dinţat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. drept anterior rectus anterius); *91 d)* — M. vast intermediar — vastus intermedius; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior).

Scanned with OKEN Scanner

lar poate fi asemănat cu comprimarea unui resort elastic, ca
tul oportun va declanșa impulsia corpului de la sol.

Bătaia constă dintr-o contracție energică excentrică a la
lar descris mai sus. În același timp lanțurile musculare ant
trunchi și membrele inferioare îndeplinesc o activitate „d
terminînd prin acțiunea lor și cu sprijinul analizatorulu
apreciază traiectoria mingii, direcția corectă a capului în
acesteia. Rolul antagoniștilor nu se limitează numai la a
ci mai contribuie la solidarizarea capului, gîtului, și trun

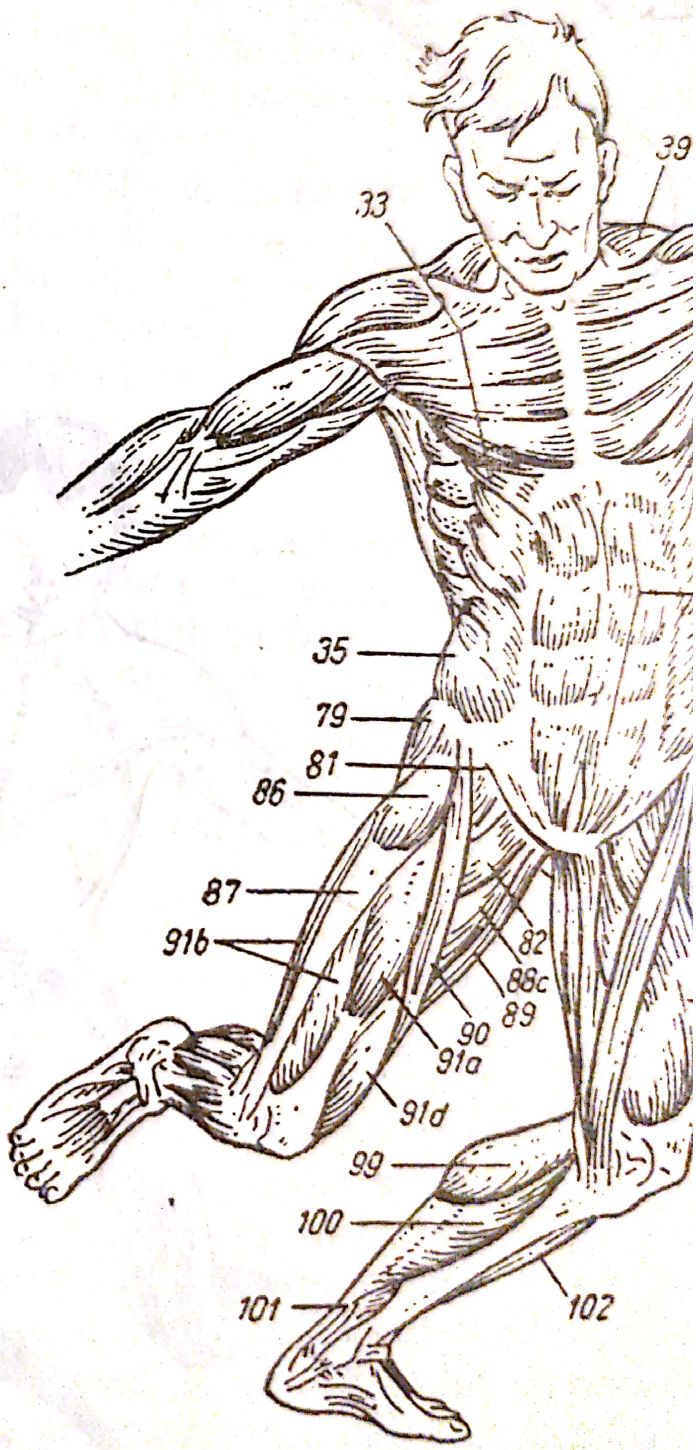


Fig. 342. Dispoziția musculaturii și lanțurile cinematice în realizarea șutului la fotbal.

(După K. Tittel)

33 — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *81* — M. psoas iliac (psoas iliacus); *86* — M. tensor al fasciei lata; *87* — Fascia lata; *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *82* — M. pectineu (pectineus); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *89* — M. drept intern (gracillis); *90* — M. croitor (sartorius); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 d)* — M. vast intermediar — (vastus intermedius); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille; *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *52* — M. coraco — brahial (coraco — brahialis); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. drept anterior rectus anterius); *91 d)* — M. vast intermediar — vastus intermedius; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior).

Scanned with OKEN Scanner

II

III

Scanned with OKEN Scanner

bloc unic care să lovească mingea. Dat fiind faptul că traiectoria mingii poate fi foarte variată, un rol important în corectarea direcției de lovire îl au mușchii gîtului, care în faza următoare asigură poziția optimă de lovire.

Zborul se efectuează pe o traiectorie variată, în funcție de elan și bătaie. Corpul este ușor aplecat înainte, cu brațele întinse lateral pentru menținerea echilibrului, capul ușor flectat, iar privirea către minge.

Lovirea mingii se face cu fruntea, iar forța de șoc este asigurată de inerția de mișcare a corpului. În timpul zborului, mușchii antagoniști ai gîtului, conduși de informațiile furnizate de analizatorul vizual, corectează direcția capului pentru ca lovirea să se facă pe direcția voită.

Revenirea la sol se poate face fie prin cădere, în cazul cînd elanul este mare, fie numai pe membrele inferioare, cînd direcția traiectoriei zborului nu este sub 45°.

În cazul *loviturii cu capul din plonjon lateral,* efortul muscular se caracterizează prin imprimarea unei traiectorii laterale corpului. Elanul se execută cu pași laterali sau încrucișați, iar pentru bătaie intervin, pe lîngă mușchii descriși mai sus, și flexorii laterali ai trunchiului, precum și mușchii care înclină bazinul în partea către care se va produce lovirea mingii.

Lovitura cu capul prin săritură, cu bătaia pe ambele picioare este un procedeu care se aplică în apropierea adversarului, cînd nu mai este timp pentru luarea elanului. Acest procedeu cuprinde următoarele faze: (a) ghemuirea; (b) bătaia; (c) efortul în aer (lovitura cu capul) și (d) aterizarea.

Din punct de vedere biomecanic particularitățile sînt aceleași ca la lovitura cu capul din plonjon, cu unele diferențe. Astfel, în faza efortului în aer, forța de lovire nu este asigurată de viteza orizontală a elanului, care nici nu există, ci dintr-o flexie energică a trunchiului și a capului care constituie o masă comună de șoc (fig. 343). La efortul muscular se adaugă contracția energică a lanțurilor musculare flexoare ale gîtului și trunchiului. Lovirea mingii se face cu fruntea în timpul zborului; ea se poate produce pe oricare punct al traiectoriei zborului, fie în partea cea mai înaltă, fie în timpul revenirii pe sol, în funcție de împrejurări și de scopul urmărit (lovitură la poartă sau pasă). Un rol de cea mai mare importanță pentru precizia loviturii îl au mușchii motori ai gîtului și antagoniștii acestora, care, conduși de informațiile vizuale, asigură precizia loviturii în direcția dorită.

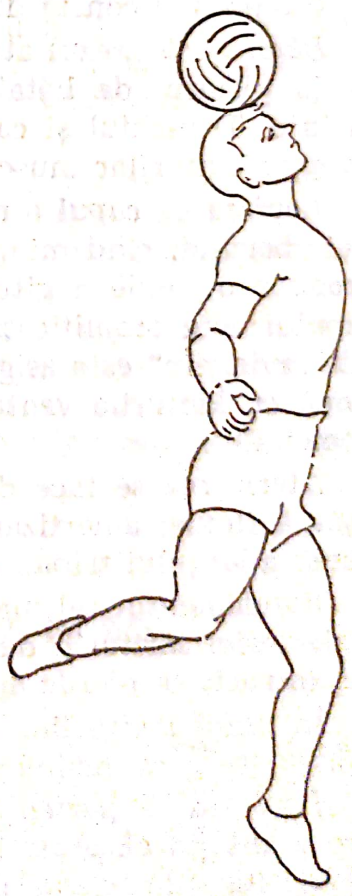


Fig. 343. Lovirea mingii cu capul la fotbal.

Scanned with OKEN Scanner

Aterizarea la sol se face pe ambele membre inferioare, în ușoară flexie, pentru amortizarea șocului; ea este asigurată de lanțul triplei extensii și mușchii jghiaburilor vertebrale, care îndeplinesc prin activitate „de cedare", rolul unui resort elastic. Un rol important în păstrarea echilibrului îl au lanțurile musculare ale trunchiului și membrelor superioare, coordonate de informațiile proprioceptive, vestibulare și vizuale.

În cazul cînd mingea vine pe traiectorii laterale, se adaugă și lanțurile musculare ale trunchiului, care determină răsucirea către direcția de lovire.

Lovitura cu capul înapoi, cu bătaia pe ambele picioare sau pe un singur picior, se folosește în apropierea adversarului, cînd nu este timp pentru elan. În această execuție tehnică rolul de lanț muscular și de lovire îl îndeplinesc mușchii șanțurilor vertebrale, prin activitate dinamică „de învingere".

Lovitura cu capul prin săritură, cu bătaie pe un singur picior este una din mișcările cele mai complexe și mai dificile din întreaga tehnică a fotbalului. Ea cuprinde cinci faze și anume:

Elanul, care are un rol hotărîtor în reușita execuției procedeului de lovire, se efectuează de regulă pe o distanță de 5—6 m și constă dintr-o alergare accelerată, cu ritm continuu; ultimul pas al elanului trebuie să cadă pe piciorul de bătaie.

Ghemuirea constă dintr-o flexie generalizată pe piciorul de bătaie.

Bătaia este rezultatul contracției balistice a lanțului triplei extensii de la piciorul de bătaie, care imprimă corpului o traiectorie în sus și înainte. Trunchiul și capul sînt blocate în extensie accentuată prin contribuția lanțurilor musculare antagoniste, formînd un bloc comun de șoc.

Lovirea cu capul a mingii se face în punctul cel mai înalt al traiectoriei zborului, cînd mingea ajunge la nivelul frunții. În acest moment se produce o flexie a gîtului, care înclină viguros capul înainte; mișcarea capului este amplificată și de o flexie a trunchiului. Efortul muscular „de învingere" este asigurat de lanțurile flexoare ale gîtului, care se continuă cu lanțurile ventrale ale trunchiului și cu cele încrucișate ale abdomenului.

Aterizarea se face de regulă pe ambele membre inferioare, aflate în ușoară flexie; amortizarea șocului este asigurată prin contracția „de cedare" a lanțului triplei extensii.

Randamentul cel mai bun îl dau loviturile în punctul cel mai înalt al traiectoriei săriturii; dacă lovirea mingii se face prematur, eficiența scade, întrucît se pierde aportul de forță al mușchilor flexori ai trunchiului.

În cazul loviturilor cu capul în direcția laterală, intervin și lanțurile musculare care înclină și rotesc trunchiul.

Lovitura cu partea laterală a frunții, numită și lovitură de degajare, are avantajul că poate imprima mingii cea mai mare traiectorie; ea poate fi folosită și în trasul la poartă.

Lovitura se poate executa din săritură, cu alergare și bătaie pe un singur picior sau cu bătaie pe ambele picioare.

Scanned with OKEN Scanner

Acest procedeu este mai dificil de executat decît lovirea mingii cu fruntea plină. El cuprinde tot cinci faze, din care cea mai complexă este lovitura propriu-zisă cu capul sau efortul în aer.

După executarea bătăii, corpul se înalţă cît mai sus posibil, iar pe parcursul traiectoriei ascendente a corpului, înainte de a ajunge la punctul cel mai înalt, corpul trebuie să se răsucească brusc cu 90° în direcţia necesară.

Bătaia se execută pe membrul inferior stîng atunci cînd trebuie să lovim mingea cu partea dreaptă a capului şi invers.

În faza ascendentă a zborului, concomitent cu răsucirea de 90°, se face înclinarea laterală a trunchiului spre partea care va lovi mingea.

În acest procedeu de lovire a mingii există o îmbinare de lanţuri musculare care solidarizează capul, gîtul, trunchiul şi piciorul de bătaie. Pe lîngă lanţurile musculare arătate la lovitura cu fruntea plină, se adaugă lanţurile rotatorii ale trunchiului, gîtului şi capului, precum şi lanţurile care înclină capul, gîtul şi trunchiul către partea spre care se loveşte mingea.

Din analiza grupelor şi lanţurilor musculare care asigură efortul specific în diferitele procedee de lovire a mingii cu capul, rezultă următoarele:

— la toate procedeele descrise acţionează un lanţ muscular întins de la cap la membrul inferior de bătaie. Tipul de activitate musculară este dinamică „de învingere". Acest lung lanţ muscular cuprinde: muşchii şanţurilor vertebrale, lanţurile ventrale ale gîtului şi trunchiului, lanţurile încrucişate ale peretelui abdominal şi lanţurile triplei extensii de la membrul inferior de bătaie;

— pe lîngă activitatea dinamică, efortul muscular are şi o importantă componentă statică, care asigură fixarea (echilibrarea) corpului, precum şi blocarea regiunii cervicale, spre a oferi capului care primeşte lovitura mingii un sprijin corespunzător pe trunchi;

— viteza şi precizia necesare acestei mişcări sînt asigurate prin contribuţia analizatorilor vizual, vestibular şi proprioceptiv. Informaţiile culese pe aceste căi sînt conduse către centrii nervoşi superiori, inclusiv scoarţa cerebrală, şi pe baza lor intră în funcţie antogonismele care asigură precizia mişcărilor.

ELEMENTE DE ANALIZĂ BIOMECANICĂ ÎN BOX

Principalul element motrice în box este lovitura, care constituie expresia finalităţii tuturor mişcărilor şi activităţii psihice a boxerilor. Cea mai importantă cerinţă în boxul modern este interdependenţa mişcărilor în funcţie de o ţintă mişcătoare şi capabilă de contraacţiune.

Scopul principal urmărit în box nu este realizarea unei lovituri tari, ci o succesiune de lovituri executate cu viteză, forţa rămînînd o calitate necesară, însă nu cea mai importantă.

Scanned with OKEN Scanner

Particularităţile principale ale loviturilor în box sînt: precizia, consum de energie cît mai mic, angrenarea obligatorie a greutăţii trunchiului, parcurgerea drumului cel mai scurt la ţintă, durata scurtă, precum şi lovirea în sistem percuţie.

Direcţia forţei cu care se loveşte, ca şi contraforţa (forţa reactivă) care se naşte în momentul atingerii ţintei, trebuie să găsească o bază de sprijin puternică pe podea. Orice lovitură executată cu răsuciri sau aplecări exagerate de trunchi, bazin sau picioare reduce din forţa şi eficacitatea loviturii. În timpul lovirii ţintei creşte presiunea cu care apasă pe sol piciorul de sprijin. Pe lîngă activitatea dinamică „de învingere" depusă de grupele şi lanţurile musculare ale membrelor şi trunchiului, musculatura corpului mai îndeplineşte şi un efort static important, care are două scopuri: a) de a asigura echilibrul şi b) de a transforma o serie de cupluri şi lanţuri cinematice osoase, articulate mobil, în pîrghii rigide care transmit ţintei forţa dezvoltată de activitatea dinamică. Înalta măiestrie se realizează prin îmbinarea armonioasă şi oportună a acestor două tipuri de activitate musculară, prin succesiunea unor contracţii economice cu relaxarea altor grupe musculare.

Principalul procedeu tehnic şi biomecanic în box este lovitura, aplicată unor ţinte mişcătoare după diferite procedee.

Loviturile directe sînt executate prin îmbinarea activităţii statice şi dinamice ale unor lungi lanţuri musculare, care încep la pumnul care loveşte, trec prin trunchi şi se termină la membrele inferioare. Această activitate musculară solidarizează membrul superior care dă lovitura cu trunchiul şi, prin membrele inferioare, cu solul, realizîndu-se între ţintă şi sol un lanţ cinematic închis.

În succesiunea ei mişcarea începe cu o deplasare bruscă înainte a şoldului corespunzător membrului care execută lovitura, concomitent cu o rotare a şoldului şi trunchiului, după care, la fracţiuni de secundă, urmează umărul, apoi braţul şi mîna. Revenirea la poziţia iniţială se face cît mai natural şi elastic, începînd cu mîna şi terminînd cu şoldul.

Activitatea dinamică în loviturile directe este executată de extensorii cotului, abductorii şi anteductorii braţului, muşchii care deplasează ventral centura scapulară, lanţurile musculare ventrale ale trunchiului şi cele încrucişate ale pereţilor abdominali, precum şi tripla extensie de la membrul inferior care execută impulsia (fig. 344, 345)

Concomitent, musculatura corpului depune şi o activitate izometrică, care blochează articulaţiile pumnului, cotului şi legătura centurii scapulare cu trunchiul.

Activitatea statică are drept scop asigurarea echilibrului corpului atît înainte, în timpul, cît şi după executarea loviturii. Importanţa ei creşte în cazul cînd adversarul, prin eschive, reuşeşte să se sustragă loviturii. Sarcina asigurării echilibrului revine lanţurilor musculare antagoniste ale membrelor inferioare şi trunchiului, prin activitate statică „de flexare".

Lovitura directă de stînga la cap este considerată ca o lovitură de bază în box datorită marii sale eficacităţi. O bună execuţie tehnică a acestei lovituri trebuie să afecteze cît mai puţin echilibrul, să fie bruscă, fără a angrena capul în oscilare sau pendulare, şi să solicite cît mai puţine grupe musculare, deci să fie economică.

Scanned with OKEN Scanner

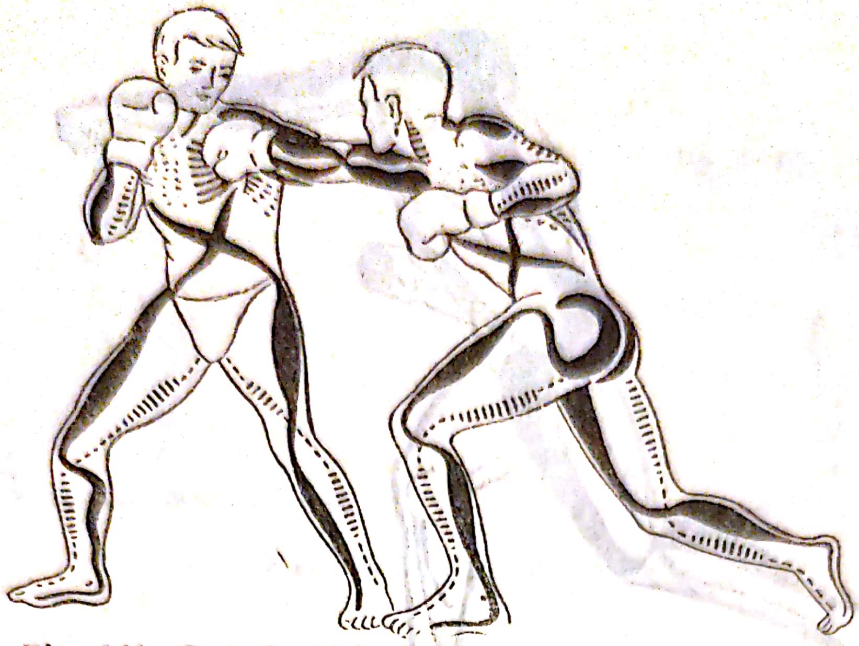
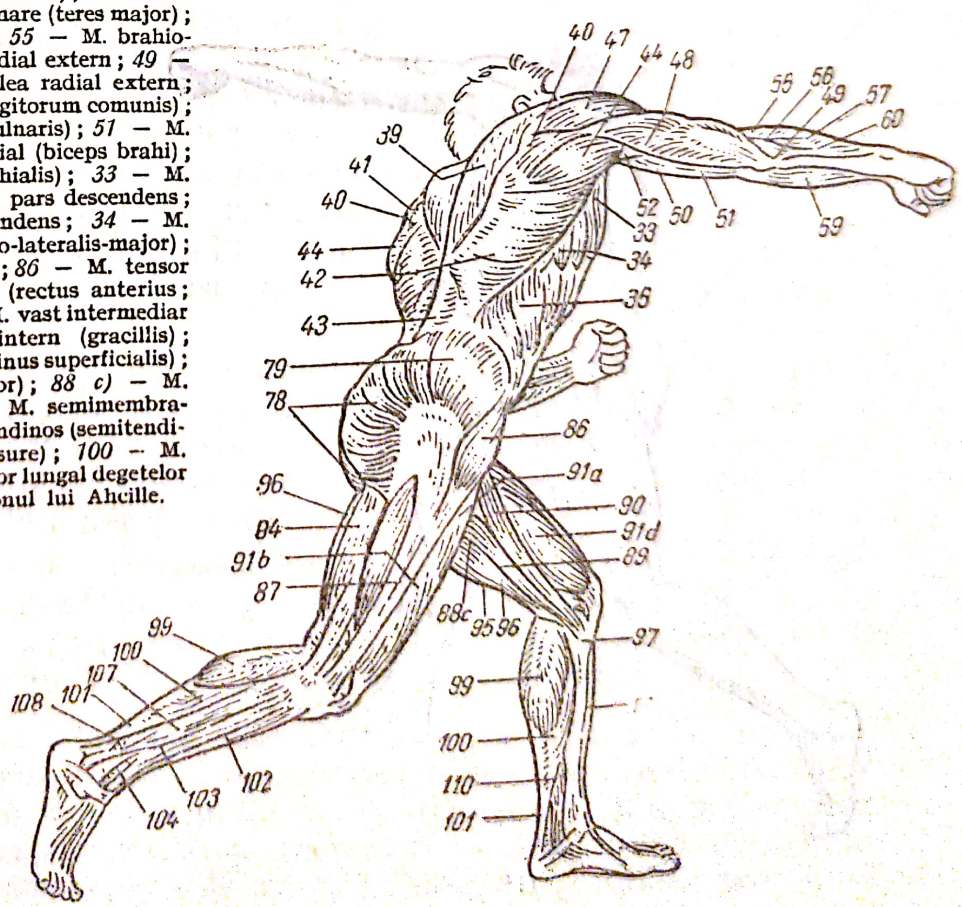
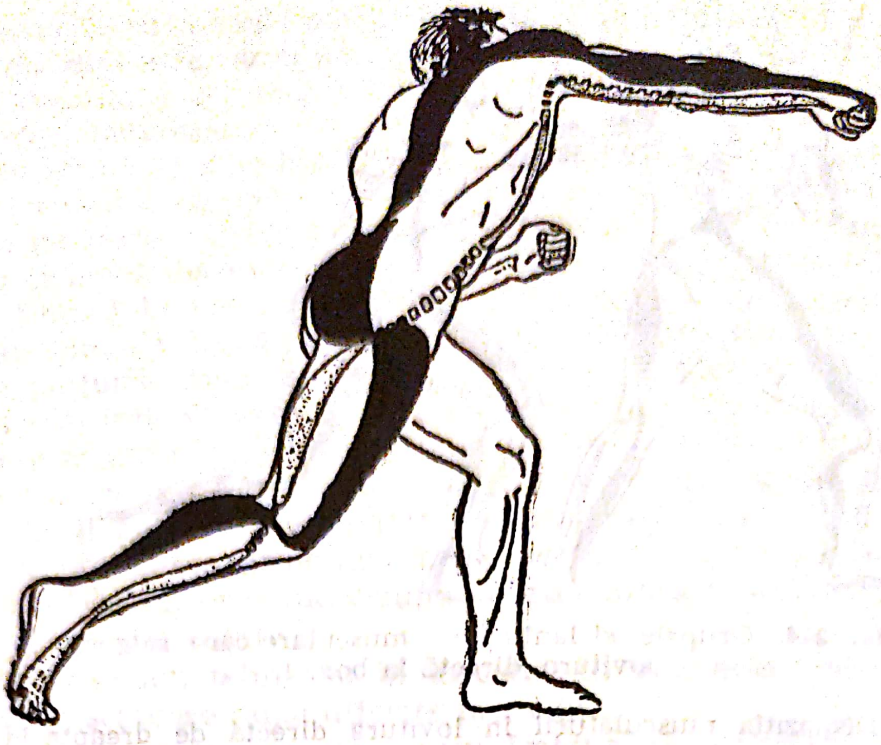


Fig. 344. Grupele și lanțurile musculare care asigură lovitura directă la box.

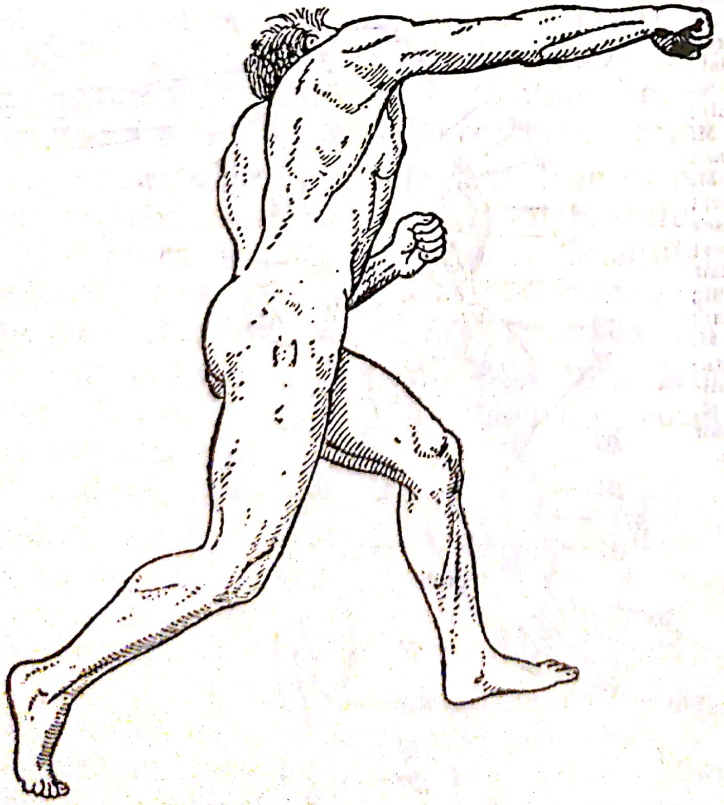
Fig. 345. Dispoziția musculaturii în lovitura directă de dreapta la box.
(după K. Tittel)

39 — M. trapez (m. trapezius); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *87* — Fascia lata; *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *100* — M. solear — m. triceps sure; *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *101* — Tendonul lui Achille; *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *104* — M. extensor scurt al degetelor (extensor digitorum brevis); *103* — M. estensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *47* — M. deltoid (deltoideus); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *55* — M. brahio-radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *49* — M. anconeu (anconeus); *57* — M. al doilea radial extern; *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum comunis); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *51* — M. brahial (brahialis); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *52* — M. coraco — brahial (coraco-brahialis); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transvesus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *86* — M. tensor fasciei lata; *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius; *90* — M. croitor (sartorius); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *89* — M. drept intern (gracillis); *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *110* — M. flexor lungal degetelor (flexor digitorum longus); *101* — Tendonul lui Ahcille.





II



III

Scanned with OKEN Scanner

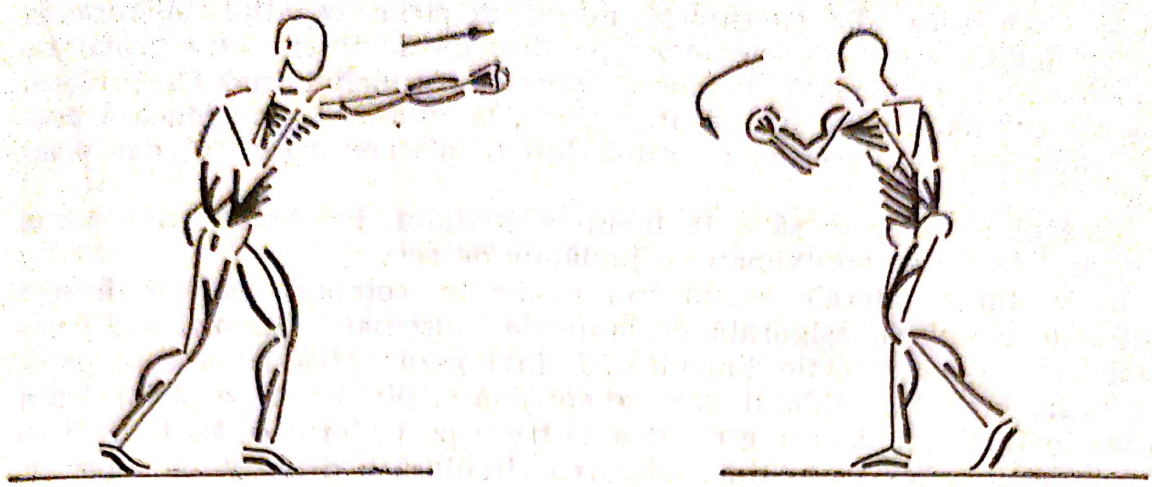


Fig. 346. Lovitura de stînga la box.

Directa de stînga în atac (fig. 346) se execută totdeauna cu un pas înainte. Ea începe printr-o rotaţie bruscă a şoldului, avînd drept sprijin piciorul drept, apoi se azvîrle (mişcare de biciuire) înanite umărul stîng, care la rîndul său antrenează braţul stîng relaxat către ţintă. Braţul se extinde fulgerător şi parcurge drumul către ţintă în linie dreaptă lovind-o. În momentul atingerii ţintei, musculatura membrului stîng, a trunchiului şi piciorului de sprijin se contractă brusc şi puternic. Forţa loviturii se transmite la sol prin acest cuplu de pîrghii imobilizate de contracţia grupelor musculare antagoniste. Şoldul nu trebuie să depăşească baza de susţinere; el găseşte sprijin pe piciorul stîng şi trebuie să revină elastic la poziţia iniţială; urmează apoi revenirea umărului, şi, în fine, a braţului. În ansamblu, acestei mişcări nu i se recomandă o rotire exagerată a trunchiului şi umerilor pînă la direcţia sagitală.

Pentru a se asigura protecţia punctelor vulnerabile pe timpul execuţiei loviturii de stînga la cap, braţul drept se menţine uşor flexat, cu palma deschisă, apărînd capul, policele fiind la nivelul sprîncenei drepte, orientat spre interior, iar cotul uşor depărtat de trunchi, circa 1 cm, apărînd regiunea ficatului.

Variante ale acestei lovituri, ca mişcarea pentru oprirea atacului advers sau lovitura de stînga la cap „în contră", se însoţesc, după caz, de alte lovituri şi de un pas înainte sau înapoi. Deseori ele se pot însoţi de o uşoară flexare din toate articulaţiile, ceea ce determină o „scădere de nivel", care are scopul de a deruta adversarul.

Directa de dreapta la cap este o lovitură foarte eficace, care se execută de regulă „în contră", deoarece este destul de greu să te apropii de regiunea epigastrului adversarului. Tehnica este asemănătoare cu cea a directei de stînga la cap, însă nu trebuie însoţită de fandare.

Biomecanica loviturii laterale. Loviturile laterale la maxilar, carotidă, ficat se folosesc mai rar; tehnica lor este destul de complicată şi se însuşeşte cu greutate. Loviturile laterale au un drum mai lung de parcurs decît cele directe. Forţa motrică se realizează cu mai multă eficacitate printr-o mai amplă răsucire a şoldurilor, în timp ce greutatea trunchiu-

lui se trece brusc, dar cu supleţe, de pe un picior pe altul. Mişcarea o începe şoldul, care se orientează pe direcţia loviturii, este urmat de trunchi, care antrenează membrul superior, aruncînd înainte, printr-o mişcare circulară, umărul relaxat; aceasta, la rîndul său, antrenează braţul îndoit, cu cotul paralel cu solul, într-o mişcare viguroasă dar elastică.

Umărul nu trebuie să o ia înaintea şoldului, iar braţul, umărul şi trunchiul formează aproximativ o jumătate de cerc.

În loviturile laterale există trei momente, compuse fiecare dintr-o contracţie circulară, asigurată de lanţurile musculare rotatorii ale trunchiului printr-o contracţie dinamică „de învingere". Mişcarea începe printr-o rotire bruscă a şoldului, care se sprijină şi pivotează pe piciorul din partea loviturii, după care greutatea se trece pe piciorul celălalt. Urmează rotirea umerilor şi, în fine, mişcarea circulară a membrului superior. Lovirea se face cu pumnul (linia articulară metacarpofalangiană). La atingerea ţintei, întregul lanţ muscular întins de la membrul superior, peste trunchi, pînă la membrul inferior de sprijin se contractă brusc şi puternic. Revenirea se face elastic, iar greutatea corpului revine la sprijinul pe ambele membre inferioare.

Lovitura laterală scurtă de stinga la cap este una din cele mai complicate execuţii tehnice din box şi se însuşeşte cel mai greu. Ea are nevoie de o fază pregătitoare care să mărească distanţa dintre pumn şi capul adversarului; aceasta complică, dar ajută mecanica loviturii, întrucît prin creşterea distanţei se poate mări viteza mişcării şi deci eficienţa loviturii. O mare atenţie trebuie acordată mişcărilor pregătitoare, spre a nu se produce dezechilibrarea sau autodescoperirea punctelor sensibile. Mişcarea se va executa numai din braţ, fără participarea şoldului şi a umărului, întrucît pierde din eficienţă.

Lovitura laterală scurtă la corp se aseamănă în elementele sale biomecanice cu lovitura laterală scurtă la cap. O condiţie esenţială este executarea loviturii de la nivelul punctului vizat, ceea ce necesită o scădere de nivel realizată printr-o flexie uşoară în articulaţiile membrelor inferioare. Lucrul mecanic este asigurat de musculatura şanţurilor vertebrale şi lanţul triplei extensii de la membrele inferioare prin activitatea dinamică „de cedare". Scăderea de nivel trebuie să se facă pe verticală şi mai ales pe seama flexiei coloanei vertebrale; pe cît posibil, picioarele nu se îndoaie din genunchi.

Din analiza biomecanică a principalelor lovituri în box rezultă că pentru lovirea unui punct sensibil al adversarului este necesar să se găsească momentul favorabil, poziţia şi distanţa cea mai bună, precum şi un cît mai bun unghi de execuţie pentru braţ. În acelaşi timp, prin continuă mişcare şi apărare efectuate de membrele superioare (paradă) nu trebuie să i se ofere adversarului punctul sensibil propriu descoperit.

O greşeală frecventă a începătorilor este încordarea excesivă a numeroase grupe musculare, în credinţa că aceasta determină o forţă crescută a loviturii. Aceştia execută lovitura numai prin manevra braţului, în timp ce trunchiul şi membrele sînt blocate de contracţia exagerată a unor grupe musculare de prisos. Rezultatul este frînarea loviturii, încetinirea vitezei de lovire şi scăderea eficienţei acesteia. De aceea, în box, lovitura trebuie să fie executată scurt, în sistem percuţie, cu mare viteză şi

Scanned with OKEN Scanner

să antreneze pe lîngă forța mușchilor membrului superior și pe aceea a trunchiului și membrelor inferioare. Pe parcursul mișcării de lovire, unele grupe musculare trebuie relaxate pentru a permite altor grupe musculare să acționeze cu mai multă suplețe, asigurîndu-se totodată și o mare precizie de mișcare în direcția punctului pe care dorim să-l lovim. Astfel, la începutul mișcării de lovire, musculatura membrului superior nu are decît rolul de a asigura direcția cea mai favorabilă spre țintă; ea se contractă la începutul loviturii, apoi din nou la atingerea țintei, după care se relaxează.

Angrenarea corpului în execuția loviturilor este, după cum am văzut, una din caracteristicile principale ale loviturilor din boxul modern; mișcările diferitelor segmente ale corpului trebuie să fie înlănțuite, una decurgînd din alta și pregătind-o pe cea următoare. Pornind de la principiul că forța de lovire crește proporțional cu masa și cu pătratul vitezei, lovitura care angrenează numai masa membrului superior va dezvolta o forță considerabilă mai mică decît atunci cînd ea se execută cu concursul masei întregului corp și în cît mai mare viteză. Angrenarea întregului corp cere însă o mare atenție, o coordonare nervoasă adecvată, cu posibilitatea efectuării unei serii de mișcări complementare, compensatorii, precum și de restabilire a echilibrului în cazul cînd ținta nu a fost atinsă datorită manevrelor de eschivă ale adversarului. De aceea, sprijinul pe podea trebuie să fie cu ambele membre inferioare, scurtînd cît mai mult posibil, printr-un joc special al picioarelor, timpul cît corpul se sprijină pe un singur picior; în felul acesta se asigură o bază de susținere și un unghi de stabilitate mai mari.

Biomecanica mișcărilor de apărare în box. Apărarea în box este compusă dintr-o serie de exerciții tehnice: paradă, eschivă, unde activitatea dinamică „de învingere" și „de cedare" se împletesc. Orice element de apărare propriu-zisă este însoțit de obicei de lovituri către părțile vulnerabile ale adversarului. În box, mai mult ca în alte ramuri sportive, se poate vorbi de caracterul apărării. Mișcările complexe ale apărării în box cer un efort deosebit musculaturii și un efort însemnat din partea analizatorilor vizual, vestibular și proprioceptorilor.

Dăm cîteva exemple din cele mai caracteristice.

Parada cu stînga înspre înafară și oblic în sus. În momentul în care sportivul sesizează intenția adversarului de a dezlănțui lovitura, execută o fulgerătoare ghemuire, cu o ușoară aplecare spre dreapta. În același timp, brațul stîng, cu cotul ușor ridicat și orientat oblic față de sol, este proiectat brusc în sus și spre stînga, lovind articulația pumnului drept advers și aruncîndu-l în sus și în afară. Acest stil de paradă este însoțit în mod obișnuit de o contralovitură de dreapta, directă, către epigastrul adversarului.

Parada oblic în jos și spre înăuntru are rolul de a anihila lovitura directă de dreaptă a adversarului spre regiunea epigastrică. În momentul dezlănțuirii loviturii adversarului se coboară brusc brațul stîng, lovind ca un ciocan antebrațul sau pumnul oblic spre dreapta. Această mișcare se însoțește de o ușoară deplasare în semicerc spre stînga și înainte, pentru a ieși complet din raza loviturii adverse.

Eschivele sînt procedeele cu cea mai mare eficacitate în apărare. Deși dificil de executat, solicitînd o mare viteză de reacție și o înaltă încordare

Scanned with OKEN Scanner

nervoasă, eschivele economisesc multă energie, asigură și menţin o distanţă și poziţie favorabile pentru contralovituri, surprind adversarul, îl dezechilibrează și-l demoralizează.

Din punct de vedere tehnic și biomecanic, eschivele sînt aplecări și roturi ale corpului, efectuate în viteză și în toate direcţiile, urmînd să scoată punctele sensibile din calea loviturilor adversarului.

Ele nu trebuie să modifice poziţia picioarelor și nici stabilitatea corpului, prin micșorarea valorii unghiului de stabilitate: în același timp, eschiva trebuie să creeze o bază puternică de contradicţiune. Aplecările trunchiului nu trebuie să fie exagerate, pentru a nu scoate verticala C.G.G. din baza de susţinere. Echivele se însoţesc de o ușoară ghemuire a spatelui și capului, iar braţele acoperă punctele sensibile ale corpului.

Întrucît asigurarea motrică a eschivelor solicită numeroase grupe și lanţuri musculare, a căror valoare funcţională „de învingere" sau „de cedare" variază rapid, ele trebuie executate cît mai economic, fără contractură generală, crispare, ci cît mai relaxat și mai lin. De asemenea, este important de subliniat că eschivele trebuie să se dezlănţuie o dată cu lovitura adversă și niciodată înainte.

Deși execuţiile tehnice ale eschivelor sînt numeroase, cîteva din ele sînt fundamentale, și anume:

Eschiva laterală spre dreapta este cea mai întrebuinţată și mai ușor de executat. Ea se folosește împotriva celor mai frecvente lovituri adverse, directe de stînga.

Din poziţia iniţială, greutatea corpului se trece pe piciorul drept, aplecînd trunchiul spre dreapta și scoţînd capul din direcţia loviturii adverse. Braţul stîng coboară ușor, iar cotul stîng se așează pe abdomen. Braţul drept se menţine în poziţie normală și se pregătește pentru un contraatac cu dreapta. Aplecarea exagerată consumă multă energie în mod inutil și împiedică contraatacul. Eschiva poate fi însoţită de o deplasare cu o jumătate de pas înainte și lateral, executată cu piciorul drept.

Eschiva laterală spre stînga este mai periculoasă, întrucît prin aplecare spre stînga, boxerul intră singur în raza directă a loviturii de dreapta a adversarului. Se folosește împotriva loviturii directe de stînga adverse, printr-o deplasare a trunchiului pe piciorul stîng și o aplecare ușoară spre stînga, rotînd în faţă umărul drept, spre a se menţine mai ușor echilibrul. Piciorul drept se flexează ușor, iar braţul drept se duce în faţă. În acest fel, lovitura adversă trece peste umărul drept. Din poziţia finală a eschivei se poate contraataca foarte ușor prin lovituri laterale de stînga.

Menţinerea cu siguranţă a echilibrului prin aplecări cît mai economice, cu lăsarea greutăţii pe un singur picior, constituie cheia eficacităţii eschivei, iar executarea ei rapidă dă mari posibilităţi de pregătire a contraatacului propriu.

Eschivele sînt mișcări complexe unde un rol important îl au analizatorii vizual, vestibular și proprioceptorii în aprecierea mișcărilor adversarului, a distanţelor și a condiţiilor de echilibru și care furnizează centrilor nervoși motori informaţiile necesare luării unor măsuri rapide și oportune.

În concluzia acestor sumare consideraţii biomecanice privind tehnica principalelor lovituri și a mișcărilor specifice apărării, trebuie să arătăm că pentru însușirea unei înalte măestrii este necesar să se obţină o coor-

Scanned with OKEN Scanner

donare nervoasă cît mai precisă, o viteză de reacție cît mai ridicată, o capacitate de echilibrare crescută și o importantă creștere a forței loviturilor. În boxul profesionist se mai cere în plus și o mare capacitate de rezistență. În metodica antrenamentului pentru pregătirea fizică specială trebuie să se țină seama de toți acești factori, efectuînd periodic și cu regularitate un control riguros al normelor tehnice și un control medical amănunțit al funcțiilor motrice, vegetative și al analizatorilor vestibular și proprioceptiv.

ELEMENTE DE ANALIZĂ BIOMECANICĂ ÎN CADRUL PREGĂTIRII GENERALE

Pregătirea fizică generală începută de timpuriu și întreținută în mod continuu, după norme științifice, este în măsură să dezvolte multilateral calitățile morfofuncționale ale întregului organism; cu precădere se dezvoltă calitățile motrice, precum și marile funcții vegetative.

Exercițiile fizice din cadrul programelor de educație fizică școlară, precum și cele din cadrul pregătirii fizice generale ale sportivilor, produc modificări importante asupra aparatului locomotor (oase, articulații și mușchi), care determină sub raport funcțional creșterea calităților de bază: forță, viteză, rezistență, îndemînare, suplețe, mobilitate etc. Din punct de vedere morfologic, la sistemul osos și articulații crește rezistența la presiune, tracțiune, răsucire, la acțiunea forțelor de forfecare, crește mobilitatea articulară și amplitudinea mișcărilor.

Prin îmbinarea efortului static și dinamic, exercițiile fizice din cadrul programelor de educație fizică școlară produc modificări profunde la nivelul musculaturii corpului. Dozarea efortului corespunzător vîrstei și capacității motrice, precum și a marilor funcțiuni în curs de dezvoltare și perfecționare, influențează procesele neuromusculare și metabolice, determinînd o creștere armonioasă a corpului, o întărire a sănătății.

Organismul copilului în dezvoltare are o mare capacitate de adaptare la solicitările variate, cu condiția ca efortul să fie științific dozat. Copiii iubesc mișcarea și sînt foarte receptivi la orice preocupări legate de ea. Disciplinarea activității motrice și orientarea ei către o dezvoltare fizică și psihică multilaterală trebuie să fie scopul principal al practicării exercițiilor fizice în perioada creșterii.

Trebuie să se țină seama că modificările anatomice și funcționale ale organismului copilului, care reprezintă suportul material al calităților fizice, se produc în timp; apariția și dezvoltarea lor nu poate fi forțată. De asemenea, toate aceste modificări se instalează cu mai multă ușurință la vîrste mici și mai greu la vîrsta la care corespund perioadei de încetinire sau de oprire a creșterii. În cazul cînd efortul fizic nu este condus științific, o serie de calități în loc să se dezvolte, se estompează, dispar, iar mai tîrziu se cîștigă cu foarte mare greutate sau de loc.

Pe fondul pregătirii fizice generale multilaterale care trebuie să fie scopul principal al efortului în perioada de creștere, se pot adăuga încet,

Scanned with OKEN Scanner

cu prudență, elemente de pregătire specială în anumite direcții, în care specializarea timpurie este necesară.

Este cunoscut faptul că mișcările corpului omenesc, mai ales la vîrsta copilăriei sînt o complexitate extremă. Ele sînt îndeplinite de numeroase grupe și lanțuri musculare, sub conducerea sistemului nervos. Pe parcurs și în timp, practicarea organizată a exercițiilor fizice determină apariția de noi și noi deprinderi motrice, care treptat se consolidează în stereotipuri dinamice. Fondul motrice al copilului se îmbogățește necontenit, datorită marii plasticități a sistemului său nervos cu noi deprinderi, care se adaugă la deprinderile motrice de bază. Este necesar ca aceste deprinderi noi să coopereze pozitiv cu deprinderile motrice de bază, ceea ce presupune o foarte atentă dozare și succesiune a efortului în cadrul programelor de educație fizică școlară.

În scopul de a aduce o contribuție la cunoașterea mai amănunțită a specificului efortului depus de musculatura corpului în cadrul diverselor mișcări fundamentale prevăzute în programele de educație fizică școlară, dăm mai jos cîteva considerații de anatomie funcțională și biomecanică.

Pentru a efectua analiza activității depuse de grupele și lanțurile musculare în cadrul pregătirii fizice generale, trebuie să cunoaștem în primul rînd mișcările fundamentale ale corpului și segmentelor sale.

În acest scop, se vor descrie în primul rînd mișcările parțiale și grupele musculare care le asigură, iar ulterior se vor studia mișcările globale și lanțurile musculare care sînt motorul acestor mișcări. Aceasta se impune doarece mișcările în spațiu ale omului sînt complexe și solicită, în afară de pîrghiile osoase principale, și alte componente ale aparatului locomotor situate la distanță.

Trebuie subliniat faptul că pentru executarea oricărei mișcări, cît de simple, musculatura corpului, dirijată de sistemul nervos, execută o serie de activități cu semnificație deosebită în mecanica mișcării. Astfel, în timp ce unele grupe musculare dezvoltă o activitate dinamică „de învingere", altele participă prin activitate „de cedare", iar altele depun o activitate statică, cu cele trei variante biomecanice ale sale — de menținere, consolidare și fixare.

Activitatea statică a unor segmente ale corpului este absolut necesară în cadrul mișcărilor, contribuind fie la echilibrarea corpului, pe la orientarea unor segmente mobile. Concomitent, alte grupe musculare, situate uneori la mare distanță de pîrghiile care se mișcă, intervin pentru asigurarea poziției corpului în spațiu.

Din analiza pozițiilor și mișcărilor fundamentale care se execută în cadrul programelor de educație fizică școlară, ilustrată în schițele întocmite, rezultă că se poate face *următoarea clasificare a acestora:*

1. grupa pozițiilor stînd și a mișcărilor globale ale corpului care se execută din această poziție;
2. grupa mișcărilor membrelor superioare executate din poziția stînd sau în sprijin;
3. grupa mișcărilor membrelor inferioare executate din sprijin bilateral, unilateral, din poziția atîrnat sau stînd pe mîini;
4. grupa mișcărilor respiratorii: inspirația și expirația.

Scanned with OKEN Scanner

Din studiul efectuat rezultă următoarele particularităţi:

a. În poziţia corpului sau segmentelor sale aflate în echilibru nestabil (cu reazem inferior), grupele şi lanţurile musculare desfăşoară o activitate statică „de fixare" (echilibrare), concomitent de muşchii antagonişti. Gradul de participare şi forţa cheltuită sînt proporţionale cu lungimea braţelor de pîrghie pe care le fixează şi cu mărimea unghiului de stabilitate format de verticala C.G.G. cu dreapta, care uneşte C.G.G. cu marginea bazei de susţinere. Cu cît unghiul de stabilitate este mai mic, ceea ce se întîmplă atunci cînd C.G.G. este situat la o mai mare înălţime, şi baza de susţinere mai mică, cum se întîmplă în poziţiile stînd pe un picior sau stînd pe mîini, cu atîta efortul static depus de musculatura corpului este mai mare.

b. În poziţiile corpului sau ale segmentelor sale aflate în echilibru stabil (poziţiile atîrnat), grupele şi lanţurile musculare desfăşoară în marea lor majoritate o activitate statică „de menţinere" (cum sînt, spre exemplu, flexorii degetelor, care asigură prinderea de bară, muşchii basculei mediale în sprijinul la paralele, muşchii flexori ai coapsei în asigurarea echerului etc.). În poziţiile corpului cu sprijin superior, tipul de activitate musculară statică este „de consolidare", fiind asigurat de grupele şi lanţurile musculare antagoniste. La muşchii care depun activitate statică „de menţinere" efortul este asigurat numai de unele grupe musculare, fără participarea antagoniştilor.

c. Mişcările corpului şi ale segmentelor sale sînt executate de grupe şi lanţuri musculare antagoniste, din care unele (cele care imprimă direcţia mişcării şi acceleraţia), depun o activitate dinamică „de învingere", iar antagoniştii, o activitate dinamică „de cedare".

Cunoaşterea caracterului static sau dinamic al activităţii musculaturii corpului şi a segmentelor sale în asigurarea poziţiilor şi mişcărilor are o mare importanţă pentru dirijarea ştiinţifică a pregătirii fizice. Este cunoscut rolul contracţiilor izotopice şi izometrice în creşterea şi perfecţionarea calităţilor motrice. Creşterea forţei, vitezei, rezistenţei sau îndemînării este strîns legată de natura statică sau dinamică a activităţii musculare.

Cunoscînd grupele şi lanţurile musculare care participă la asigurarea poziţiilor şi mişcărilor, putem interveni cu mai mare eficienţă în procesul de pregătire fizică multilaterală.

ELEMENTE DE ANALIZĂ BIOMECANICĂ ÎN GIMNASTICA SPORTIVĂ

Gimnastica sportivă solicită intens şi multilateral întregul organism, din care cauză execuţia tehnică corespunzătoare se însuşeşte cu greutate şi cere o pregătire continuă şi perseverentă, începută încă din fragedă copilărie.

Pentru a atinge o înaltă măestrie este necesar să se obţină o dezvoltare deosebită a aparatului motric şi a marilor funcţii. O pondere deo-

Scanned with OKEN Scanner

sebită o are dezvoltarea îndeosebi a trenului superior și o înaltă coordonare neuromusculară, unde un rol deosebit revine analizatorilor vizual, vestibular și proprioceptorilor. Deprinderile motrice de bază și steriotipul dinamic al diferitelor mișcări complexe cer să fie însușite și consolidate cît mai timpuriu, la vîrsta cînd plasticitatea scoarței cerebrale și a centrilor nervoși coordonatori ai automatismelor au cea mai mare posibilitate să realizeze cu ușurință legăturile temporare, pe care apoi să le consolideze și să le perfecționeze.

Efortul muscular în aceste mișcări complexe este îndeplinit de numeroase grupe și lanțuri musculare, care intră în acțiune în mod armonios, îmbinînd în fiecare moment activitatea dinamică cu cea statică, în toate variantele biomecanice ale acestora.

La capitolul despre statica exercițiilor fizice am făcut analiza biomecanică a unor poziții caracteristice, care pot constitui poziții de plecare în efectuarea unor mișcări complexe din gimnastica sportivă: sprijin la paralele, atîrnat și atîrnat echer la bară, sprijin lateral la inele etc.

În cele ce urmează vom da cîteva studii de biomecanică în unele mișcări complexe, și anume:

Analiza biomecanică a giganticei înapoi la bară fixă. Studiul a fost efectuat împreună cu catedra de gimnastică I.C.F. și în special cu I. Mayer, folosind un aparat special de înregistrare: „Biograful Mayer".

Gigantica înapoi la bara fixă este una din cele mai grele execuții din gimnastica sportivă. Efortul depus de musculatura corpului pentru executarea acestei mișcări trebuie privit din două puncte de vedere:

— al solicitării statice rezultate din forța centrifugă care se dezvoltă pe parcursul mișcării și care efectuează o tracțiune considerabilă, a cărei valoare crește cu cît ne apropiem de bară;

— al activității dinamice a musculaturii corpului, care determină, alături de celelalte forțe externe și în principal de viteza liniară și unghiulară, efectuarea completă și corectă a mișcării de rotație.

Particularitățile biomecanice ale efortului static. Gigantica înapoi sau înainte la bara fixă este o mișcare de rotație, pe parcursul căreia acționează forța centrifugă și accelerația gravitațională.

Efortul static al musculaturii corpului are diferite aspecte biomecanice și valori diverse pe parcursul mișcării de rotație. Astfel, pe timpul efectuării mișcării de rotație există două poziții fundamentale (fig. 347):

a) poziția de plecare în sprijin stînd pe mîini pe bază;

b) poziția diametral opusă, atîrnat la bară, la 180° de poziția inițială.

Între aceste două poziții de bază există încă numeroase alte poziții intermediare, dintre care două sînt mai caracteristice:

— poziția orizontală, la 90° față de poziția de plecare;
— poziția orizontală, la 270° față de aceeași poziție.

În poziția de plecare, unde corpul se află în echilibru nestabil, musculatura corpului depune un efort static „de fixare" (echilibrare), cu maximum la nivelul pumnilor care prind bara și descrescînd în valoare către membrele inferioare.

Scanned with OKEN Scanner

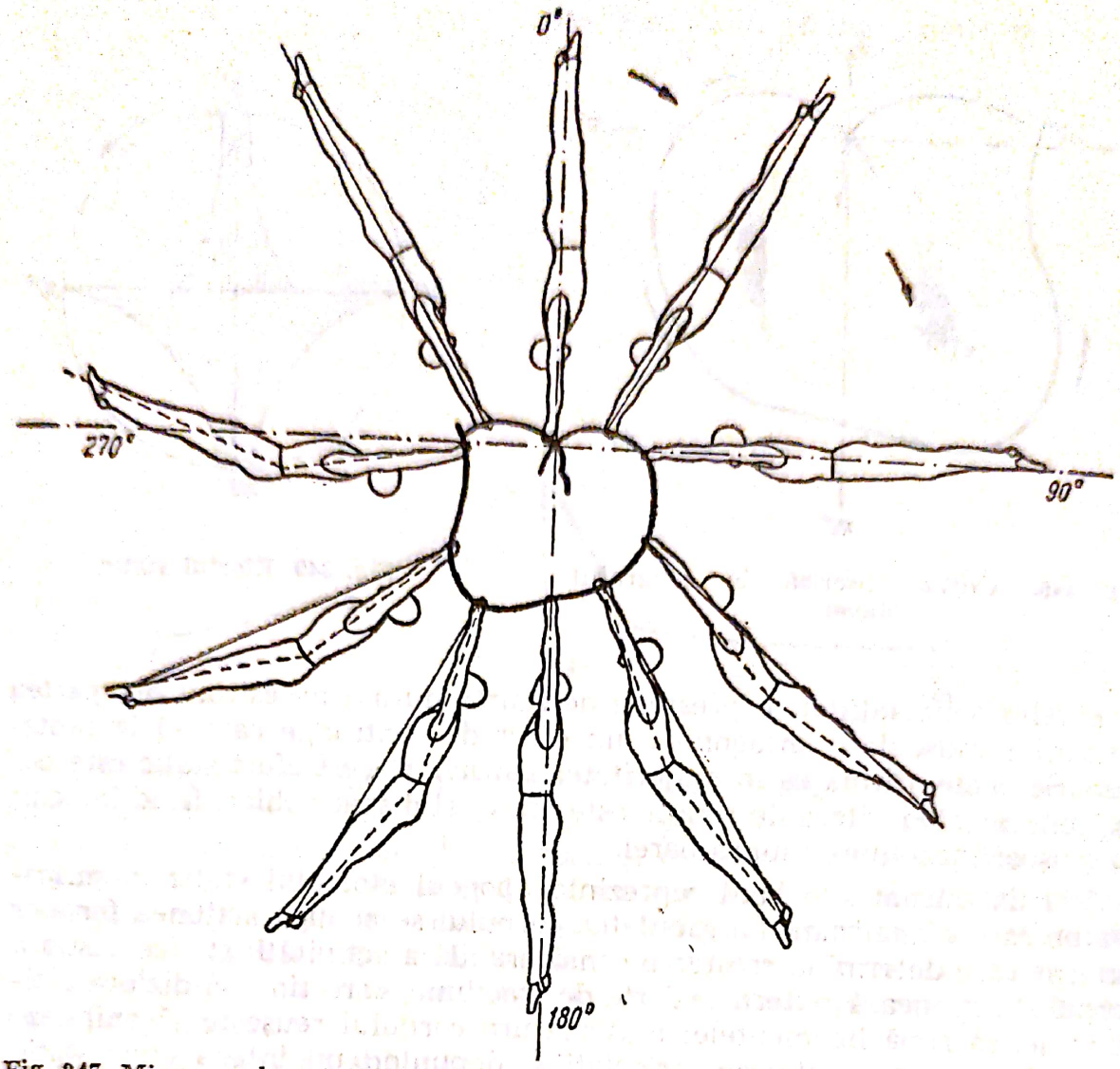


Fig. 347. Mișcarea de rotație „gigantice înapoi la bara fixă"; curba presiunii și tracțiunii pe bară, înscrisă la biograful lui Mayer.

În poziția la 180°, sub bară, musculatura corpului depune un efort static, „de consolidare", de o valoare considerabilă, datorită accelerației gravitaționale și centrifugale; valoarea acestui efort crește proporțional cu pătratul vitezei de rotație, determinînd o tracțiune considerabilă asupra barei; efortul static este maxim tot la nivelul pumnilor care prin bara și descrește în valoare către membrele inferioare.

Valoarea activității statice poate fi apreciată după curba înscrisă cu „biograful Mayer", care înregistrează oscilațiile barei fixe pe parcursul mișcării (fig. 348).

Poziția de plecare poate fi analizată biomecanic din două situații: a) cînd gimnastul trece prin această poziție în cadrul unor mișcări de rotație repetate, și b) cînd gimnastul ia poziția stînd pe mîini pe bară, după care începe mișcarea. Cea de a doua situație este mult mai rară.

În prima situație, deși timpul cît corpul se sprijină pe bară este foarte mic, trebuie subliniat faptul că în acest moment sensul activității statice se schimbă pentru cîteva clipe, devenind activitate „de fixare". Forțele externe și în principal gravitația executată asupra segmentelor corpului,

Scanned with OKEN Scanner

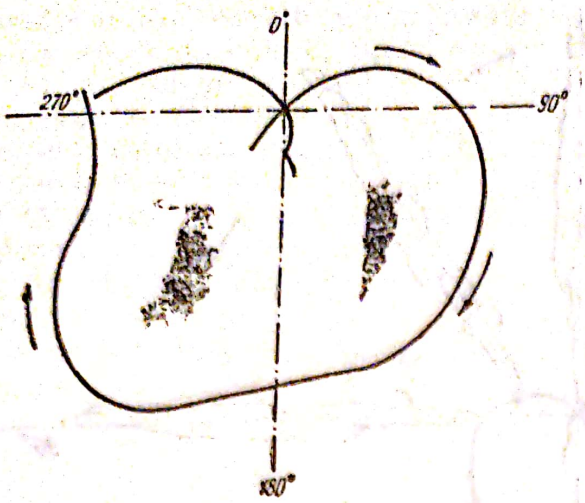


Fig. 348. Curba înscrisă la biograful Mayer.

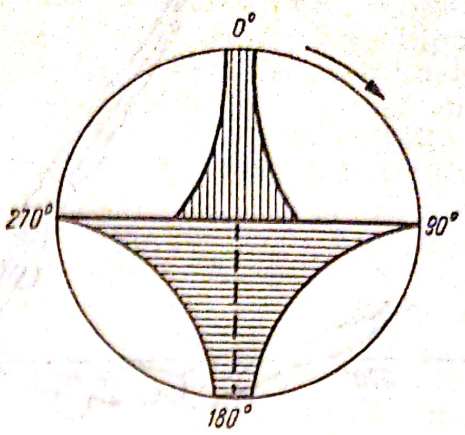


Fig. 349. Efortul static.

la nivelul articulațiilor, o presiune de scurtă durată necesitînd din partea lanțurilor musculare antagoniste un efort de contracție care să le protejeze. Se poate afirma că în majoritatea cazurilor acest efort static este neglijabil, iar cînd viteza de rotație este mare, el dispare chiar, fiind înlocuit cu o ușoară tracțiune asupra barei.

Poziția atîrnat sub bară reprezintă apogeul efortului static în mișcarea pe care o analizăm. La greutatea corpului se adaugă acțiunea forțelor externe care determină creșterea considerabilă a activității statice. Asupra corpului acționează puternice forțe de tracțiune, care tind să dizloce articulațiile, să rupă ligamentele; musculatura corpului reușește să anihileze aceste forțe și să protejeze articulațiile, depunînd un intens efort static „de consolidare" prin toate grupele musculare antagoniste. Dată fiind valoarea crescută a acestei tracțiuni la nivelul membrelor superioare, este necesar ca în metodica antrenamentului să prevadă exerciții care să solicite static, prin acțiune, aceste articulații în vederea dezvoltării treptate a capacității de consolidare atît a ligamentelor, cît și a musculaturii.

Considerații generale asupra efortului static. În analiza celor două poziții fundamentale de pe parcursul mișcării nu s-a arătat decît o parte a efortului static. Considerînd mișcarea în întregime și studiind curba înregistrată la „biograful Mayer", se constată că efortul static, „de consolidare" se exercită cu diferite valori pe tot parcursul mișcării, cu excepția uneori a poziției verticale deasupra barei (fig. 349). Valoarea acestui efort crește proporțional cu viteza de rotație, are aproximativ valoarea greutății corpului la începutul și la sfîrșitul mișcării.

Crește progresiv pînă la 180° (fig. 350), cînd atinge valoarea maximă, apoi descrește brusc.

Efortul static este asigurat de lanțurile musculare antagoniste ale membrelor superioare, trunchiului și membrelor inferioare. După cum am văzut, solicitarea cea mai mare este l nivelul membrelor, superioare și scade, devenind de mică importanță, la membrele inferioare. Sînt solicitate

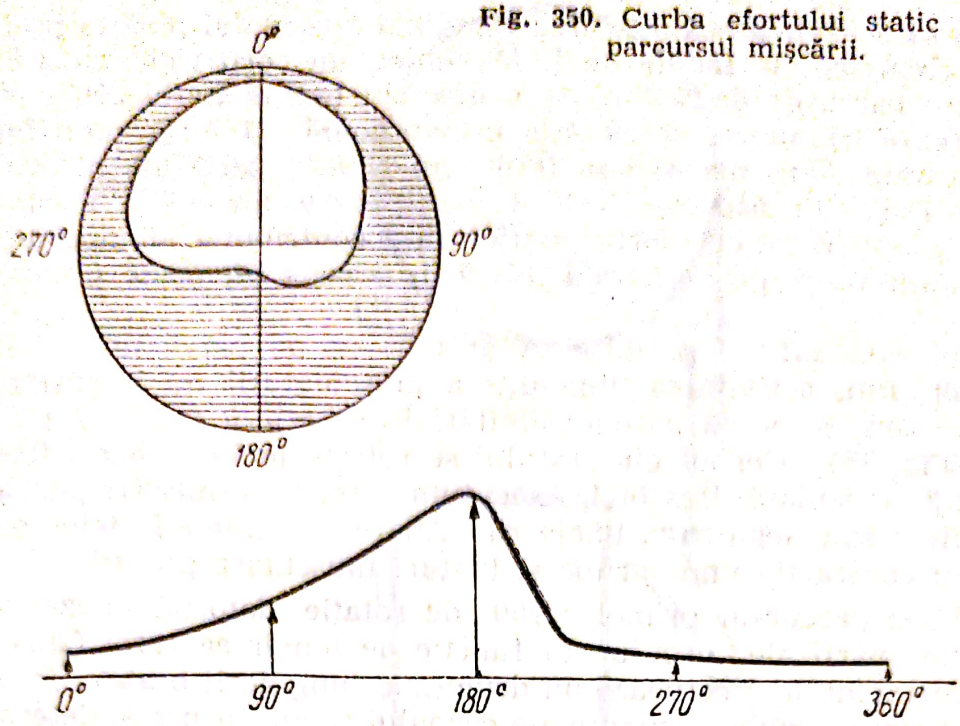


Fig. 350. Curba efortului static pe parcursul mișcării.

în mod deosebit grupele musculare ale flexorilor degetelor, toate grupele musculare ale articulației radiocarpiene a pumnului (flexorii dorsali, flexorii volari, abductorii radiali), flexorii și extensorii cotului și toate grupele musculare motorii ale articulației scapuloumerale și ai centurii scapulare (mai puțin ridicătorii scapulei și ai basculei laterale). Sînt solicitate intens toate ligamentele articulațiilor membrelor superioare, care dacă nu sînt protejate de contracția statică a musculaturii pot suferi întinderi, ruperi sau luxații.

Este important de subliniat rolul de amortizor și de resort elastic al mușchilor care basculează scapula medial și al celor care coboară. Aceste două grupe musculare trebuie să aibă calități motrice deosebite de forță și rezistență elastică, fără de care funcția lor de protecție nu poate fi pusă în valoare, așa cum se întîmplă la începători. Pe lîngă aceste calități este necesară și o fină coordonare nervoasă, care să regleze perfect efortul musculaturii în general și al acestor două grupe musculare în special, în scopul de a intra în contracție treptat, pe măsura creșterii solicitării statice. Orice decalaj între intrarea în contracție și solicitarea statică este o sursă de accidente. Nici situația contrară nu este recomandabilă și eficientă, adică intrarea în contracție mai devreme și cu valoare crescută peste nevoile ce decurg din solicitarea statică, așa cum se întîmplă tot la începători, întrucît se produce o contractură prea mare, care pe de o parte obosește, iar pe de altă parte transformă corpul într-un bloc rigid, ceea ce nu favorizează execuția tehnică din fazele următoare ale mișcării.

Mai trebuie subliniate și particularitățile mișcărilor respiratorii, care în general sînt jenate, iar la trecerea pe sub bară chiar suprimate datorită blocării toracelui de către musculatura centurii scapulare și contracției puternice a mușchilor pereților abdominali.

Particularitățile biomecanice ale efortului dinamic. Oricît ar fi de importantă componența statică a efortului muscular, ea nu poate să îndepli-

nească și să desăvîrșească mișcarea completă a corpului pînă la poziția de plecare. Experiențele făcute de I. Mayer cu un corp rigid au arătat că aceasta nu parcurge decît o parte a mișcării (aproximativ 270°), ceea ce demonstrează că numai accelerația gravitațională și forța centrifugă nu sînt suficiente. Este necesar să intervină și alte părți ale musculaturii corpului. Deși sub aspectul valorii aceste forțe nu au o mărime importantă (comparativ cu efortul static), fără contribuția lor oportună, într-un anumit timp, pe parcursul mișcării, aceasta nu poate fi dusă pînă la capăt.

Studiul efectuat ne permite să arătăm că pe parcursul rotației de 360° a corpului, activitatea dinamică a musculaturii nu intervine decît un anumit timp și pe un parcurs limitat al mișcării de rotație luată în întregime (Fig. 351). Corpul gimnastului se rotește în jurul barei fixe, formînd o tijă articulată, flexibilă, executînd o serie de mișcări parțiale între diferitele sale segmente, unele ca urmare a acțiunii forțelor externe, altele prin contracția unor grupe și lanțuri musculare proprii.

Astfel, pe parcursul primelor 180° de rotație, datorită vitezei variate a diferitelor părți ale corpului, în funcție de lungimea razei (laba piciorului, spre exemplu, efectuează un drum mai lung decît brațele, în aceeași unitate de timp), unele segmente ale corpului rămîn în urmă, determinînd o arcuire a acestuia cu concavitatea orientală dorsal (fig. 351). Această arcuire pune în stare de tensiune lanțurile musculare ventrale ale trunchiului, care se opun depunînd o activitate dinamică „de cedare". Este indicat ca la trecerea pe sub bară, la 180°, corpul să aibă lungimea sa maximă, pentru ca prin aceasta să contribuie la realizarea unei viteze liniare cît mai accentuate. De aceea, orice flexare în articulații este dăunătoare mișcării de rotație.

Pe parcursul următoarelor 180° problemele mecanice ale mișcării de rotație se schimbă. Este necesar să se creeze toate condițiile pentru ca viteza de rotație să nu fie frîntă. Acest lucru nu este posibil decît prin

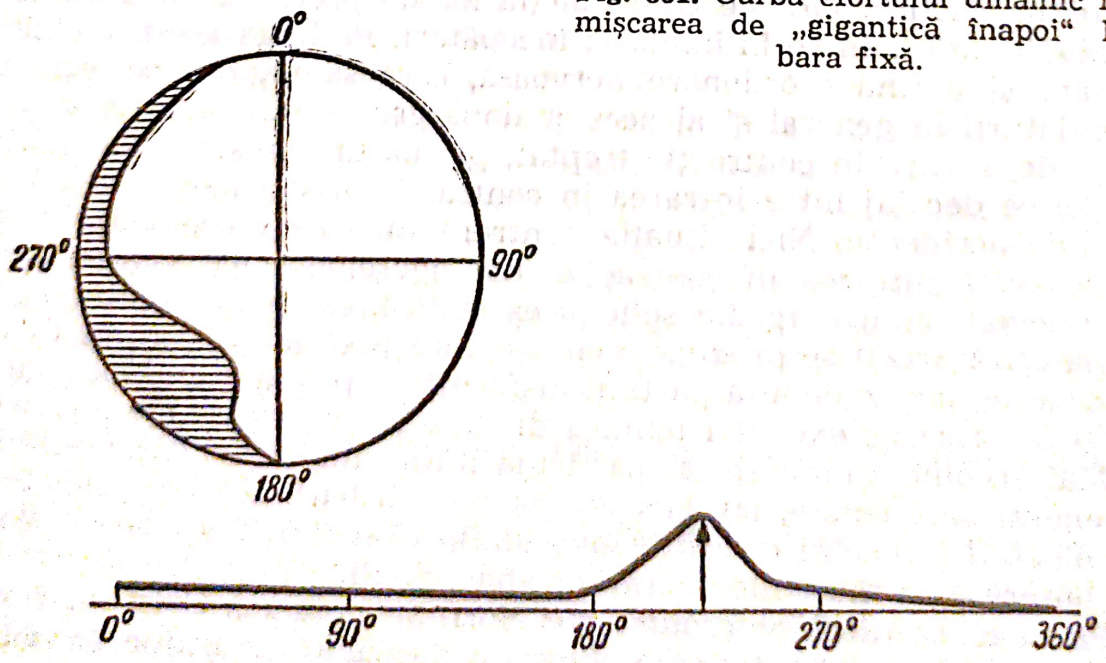


Fig. 351. Curba efortului dinamic în mișcarea de „gigantică înapoi" la bara fixă.

Scanned with OKEN Scanner

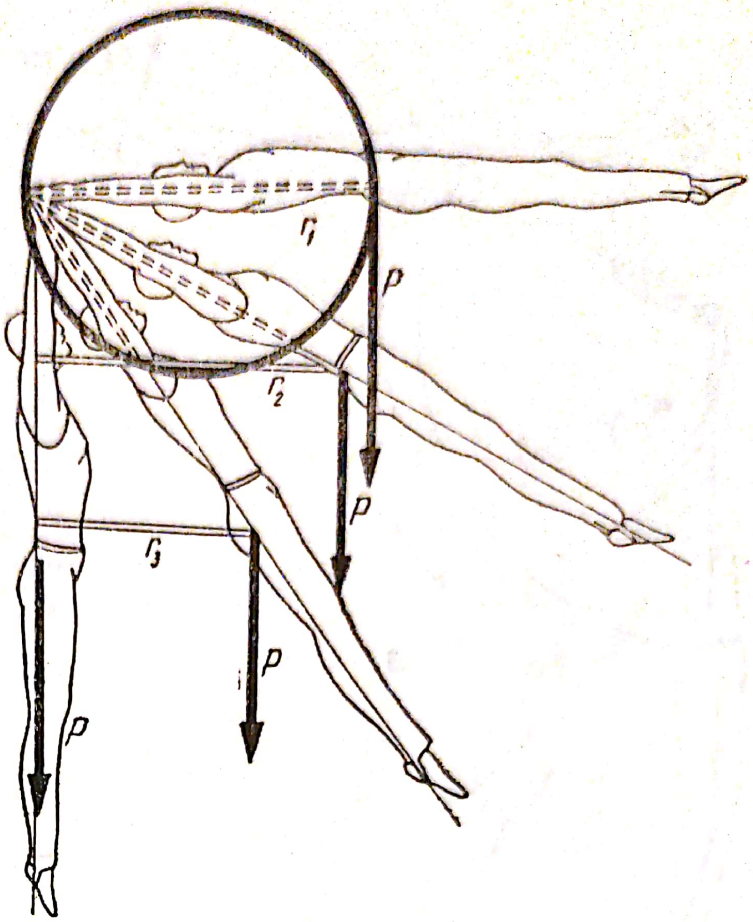


Fig. 352. Modificarea momentului forței de greutate în cursul schimbării poziției corpului la „gigantica înapoi".

scurtarea lungimii corpului, adică a razei de rotație. Prin această scurtare se micșorează frîna pe care o reprezintă momentul inerțial al mișcării, întrucît scurtarea razei scade valoarea acestui moment inerțial. Ca urmare, viteza unghiulară de rotație crește, se adaugă (în loc să frîneze) vitezei liniare accelerate pînă la 180° și în felul acesta mișcarea de rotație reușește să fie îndeplinită pînă la poziția de plecare. Cea mai importantă problemă biomecanică a acestei mișcări este momentul și locul, de pe parcursul celor 360°, unde trebuie să înceapă scurtarea razei de rotație, unde să fie punctul său maxim și unde să înceteze. Din cercetările noastre, făcute împreună cu I. Mayer, rezultă că scurtarea razei de rotație trebuie să înceapă imediat după parcurgerea primelor 180°, să atingă un maximum înainte de 270° și apoi să scadă treptat pînă la terminarea rotației, corpul revenind în stînd pe mîini pe bară. Scurtarea rezultă din activitatea dinamică „de învingere" a lanțurilor musculare ventrale ale trunchiului, în principal lanțurile încrucișate ale pereților abdominali și tripla flexie de la membrele inferioare. Se poate afirma că aceasta este contribuția activă, dinamică a musculaturii corpului la efectuarea mișcării de rotație, restul făcîndu-se cu contribuția forțelor externe, în special accelerația gravitațională care determină creșterea valorii forței centrifuge.

În ansamblul său, această mișcare de rotație este uniform accelerată pe parcursul primelor 180° și uniform încetinită pe restul ei. Orice factor ar avea ca urmare frînarea mișcării accelerate pe primele 180° sau insuficienta scurtare a razei de rotație pe parcursul ultimelor 180° duce la nereușita mișcării.

Scanned with OKEN Scanner

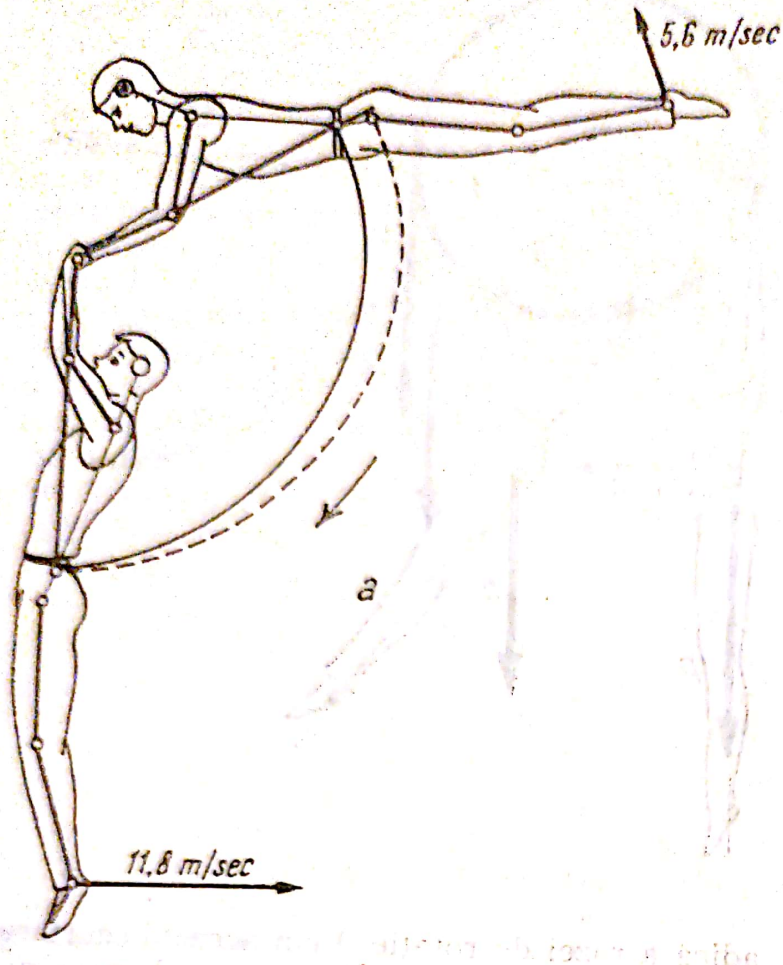


Fig. 353. Creșterea vitezei în mișcarea de rotație la bara fixă.

Cercetările au arătat că nu poate fi stabilit cu precizie locul pe circumferință și momentul în care să înceapă scurtarea razei de rotație. Acest loc și moment variază în funcție de numeroși factori ca: lungimea corpului, fiind legat strict de particularitățile individuale (fig. 353).

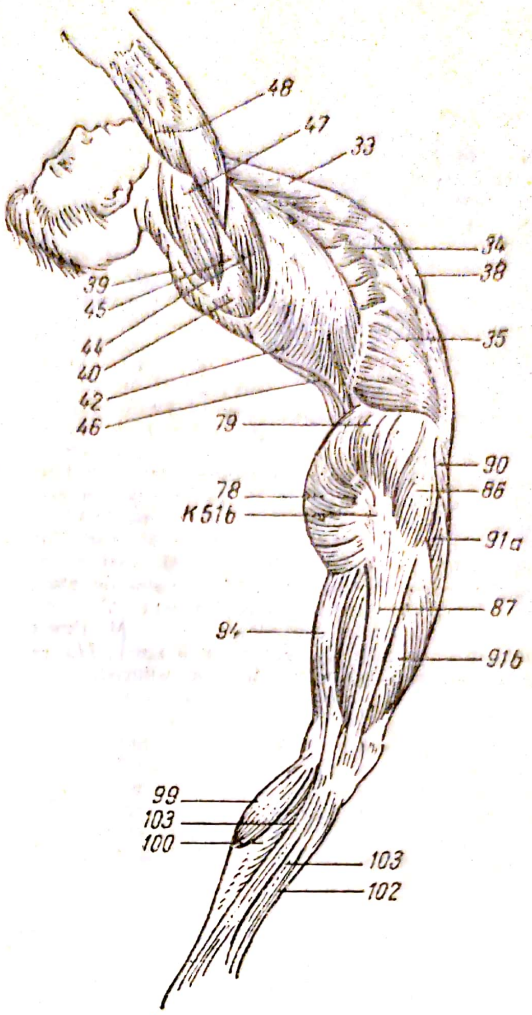
De aceea învățarea acestei mișcări cere un timp îndelungat, o dezvoltare considerabilă a forței musculaturii și o înaltă coordonare nervoasă. Musculatura trebuie să facă față unei solicitări statice deosebit de mari, iar peste aceasta, chiar în momentul cînd solicitarea statică are valoarea cea mai mare, trebuie să se adauge activitatea dinamică. Pe lîngă aceasta, coordonarea nervoasă trebuie să asigure la momentul cel mai potrivit intrarea în acțiune a activității dinamice, nici prea devreme, nici mai tîrziu.

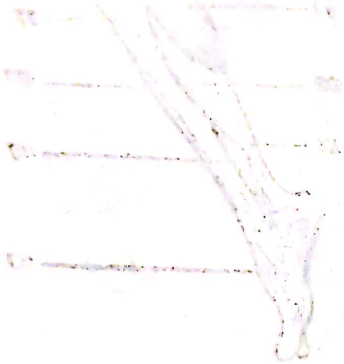
Este necesar ca în metodica antrenamentului gimnaștilor să se țină seama de aceste aspecte biomecanice, să se antreneze musculatura atît la efortul static, cît și dinamic, în proporția în care acesta solicită aparatul motric al sportivului.

În ceea ce privește coordonarea nervoasă, cel mai mare aport îl aduc informațiile proprioceptive, care recepționează la nivelul degetelor care prin bara, la nivelul articulațiilor care sînt întinse prin acțiunea forței centrifugale, orice variație de intensitate a acestei forțe și o transmit centrilor nervoși care comandă activitatea dinamică necesară continuării și reușitei mișcării de rotație.

Fig. 354

39 — M. trapez (m. trapezius); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. rotundul mare s(tere major); *40* M. subspinos (m. infraspinatus); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *46* — M. profundă flexoare a coloanei vertebrale; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *K 51 b) 94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *99* — M. gemeni; *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *100* — M. solear; *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *47* — M. deltoid (deltoidens); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *90* — M. croitor (sartorius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. (drept anterior) rectus anterius; *87* — Fascia lata; *91 b)* — vast lateral — vastus lateralis; *103* — M. extensor lug al degetelor (exsorent digitorum lungus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior).





Scanned with OKEN Scanner

Fig. 354

39 — M. trapez (m. trapezius); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. rotundul mare s(tere major); *40* M. subspinos (m. infraspinatus); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *46* — M. profundă flexoare a coloanei vertebral e; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *K 51 b)* *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *99* — M. gemeni; *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *100* — M. solear; *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *47* — M. deltoid (deltoidens); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dinţat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *90* — M. croitor (sartorius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. (drept anterior) rectus anterius; *87* — Fascia lata; *91 b)* — vast lateral — vastus lateralis; *103* — M. extensor lug al degetelor (exsorent digitorum lungus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior).

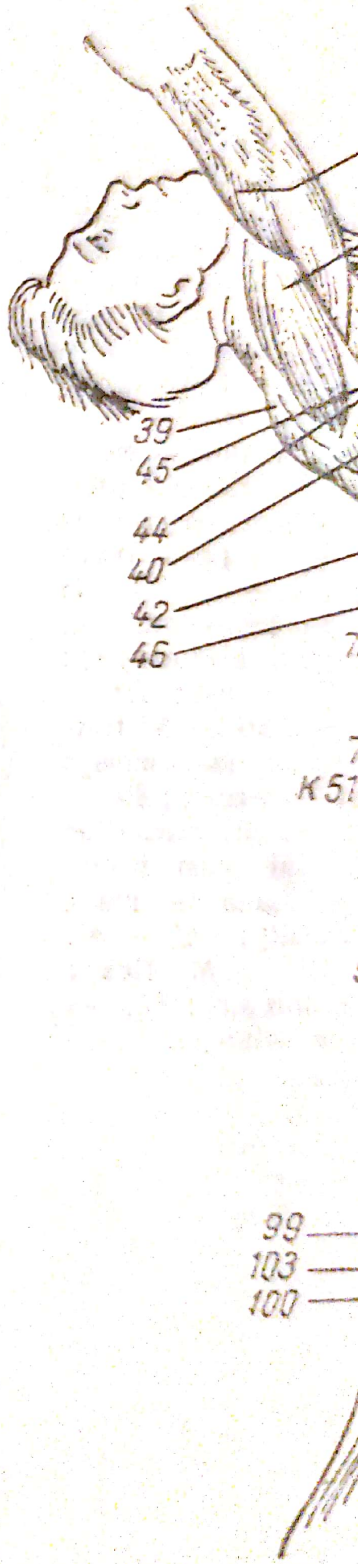


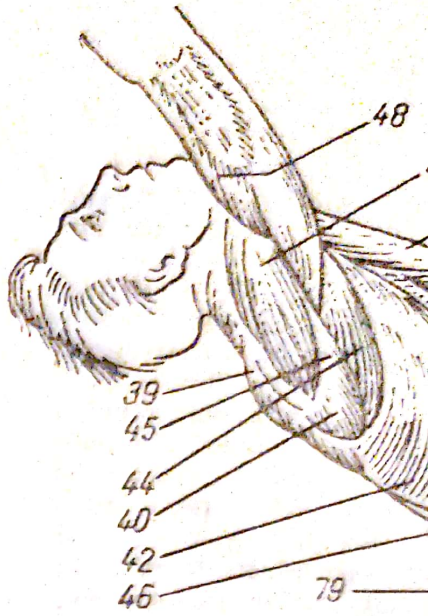
Fig. 354

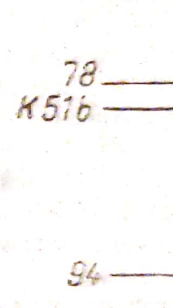
39 — M. trapez (m. trapezius); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. rotundul mare s(tere major); *40* M. subspinos (m. infraspinatus); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *46* — M. profundă flexoare a coloanei vertebral e; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *K 51 b) 94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *99* — M. gemeni; *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *100* — M. solear; *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *47* — M. deltoid (deltoidens); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *90* — M. croitor (sartorius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. (drept anterior) rectus anterius; *87* — Fascia lata; *91 b)* — vast lateral — vastus lateralis; *103* — M. extensor lug al degetelor (exsorent digitorum lungus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior).

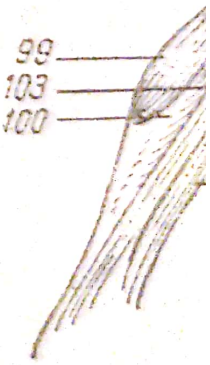
Scanned with OKEN Scanner

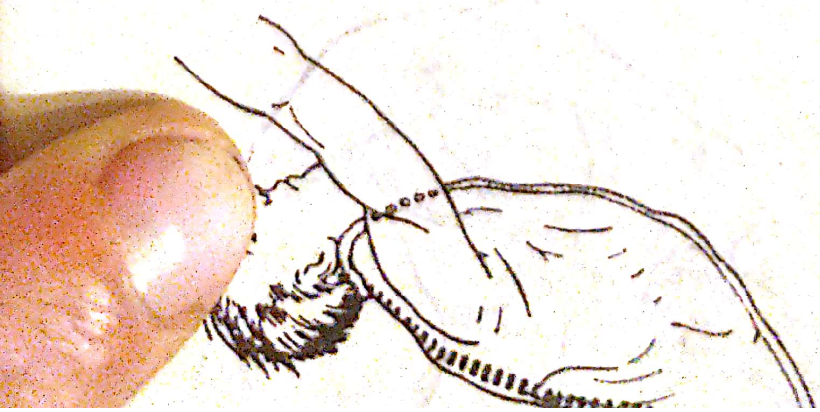
Fig. 354

39 — M. trapez (m. trapezius); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. rotundul mare s(tere major); *40* M. subspinos (m. infraspinatus); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *46* — M. profundă flexoare a coloanei vertebral e;*79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *K 51 b) 94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *99* — M. gemeni; *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *100* — M. solear; *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *47* — M. deltoid (deltoidens); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *90* — M. croitor (sartorius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. (drept anterior) rectus anterius; *87* — Fascia lata; *91 b)* — vast lateral — vastus lateralis; *103* — M. extensor lug al degetelor (exsorent digitorum lungus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior).









Scanned with OKEN Scanner

Fig. 356

39 — M. trapez (m. trapezius); *42* — M. dorsalu mare (latissimus dorsi); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — Fascia lata, *91 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear — m. triceps sure; *101* — Tendonul lui Achille; *28* — M. sternocleidomastoidan (sterno-cleido-mastoideus); *47* — M. deltoid (deltoideus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociuu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *90* — M. croitor (sartorius); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *89* — M. drept intern (gracillis); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *101* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *113* — M. abductor al halucelui (adbuctor hallucis).

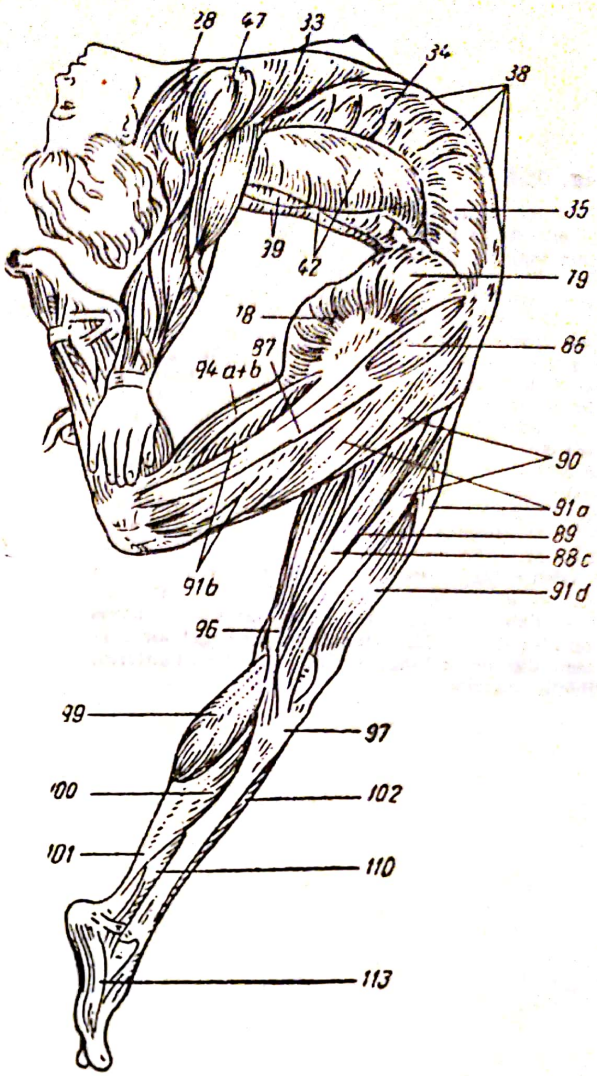
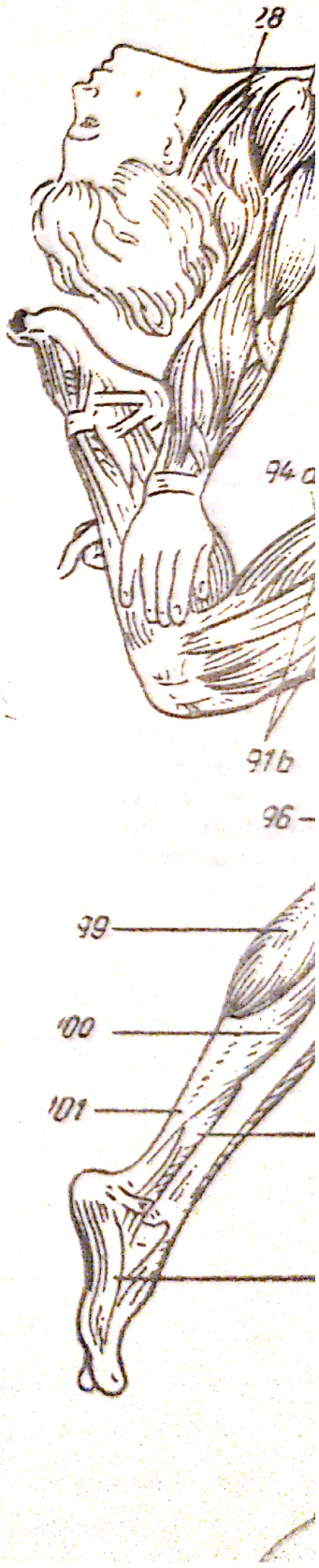


Fig. 356

39 — M. trapez (m. trapezius); *42* — M. dorsalu mare (latissimus dorsi); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — Fascia lata, *94 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear — m. triceps sure; *101* — Tendonul lui Achille; *28* — M. sternocleidomastoidan (sterno-cleido-mastoideus); *47* — M. deltoid (deltoideus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociuu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *90* — M. croitor (sartorius); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *89* — M. drept intern (gracillis); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *101* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *113* — M. abductor al halucelui (adbuctor hallucis).



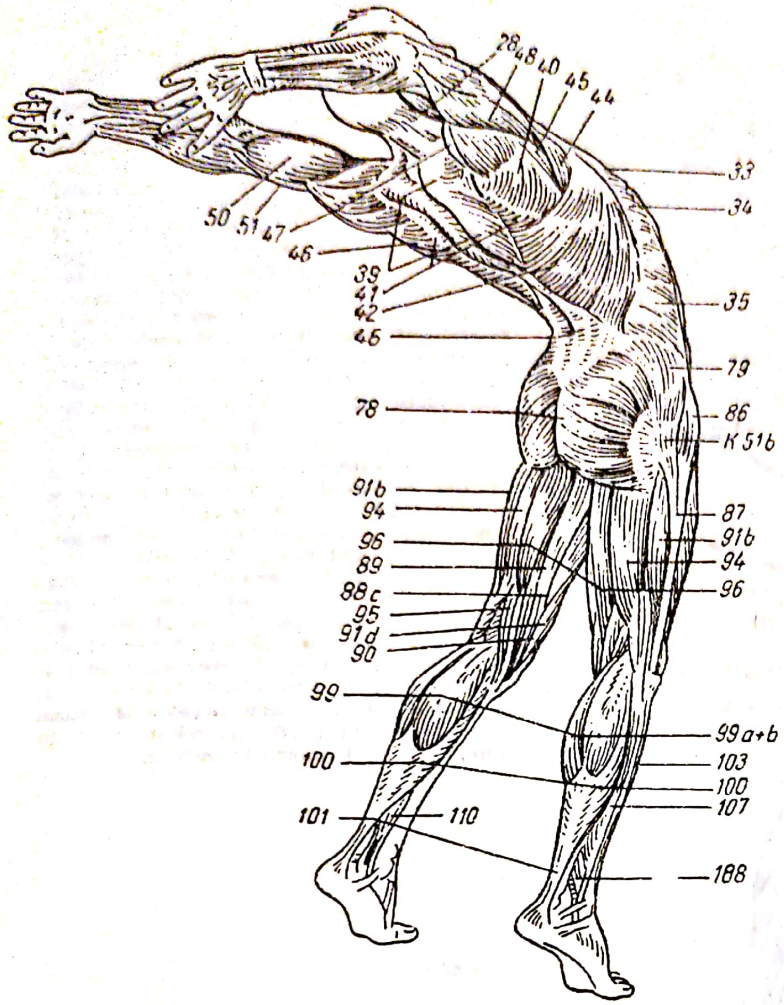


Fig. 355

50 — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *47* — M. deltoid (deltoideus); *46* — M. profundă flexoare a coloanei vertebrale; *39* — M. trapez (m. trapezius); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *46* — M. profundă flexoare a coloanei vertebrale; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *89* — M. drept intern (gracillis); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *90* — M. croitor (sartorius); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achile; *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitimm longus); *28* — M. sternocleidomastoidian (sternocleido-mastoideus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — Rotundul mic (teres minos); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* pars ascendens; *34* — marele dinţat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *35* — oblic mare (m. oblicus exter; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; K *51 b) 87* — Fascia lata; *91 b)* — M. vast lateral (vortus lateralis); *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *99 a+b)* — M. gemeni (m. triceps sure); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *100* — M. solear (m. triceps sure); *107* — M. lung peronier (peroneus longus);

Scanned with OKEN Scanner

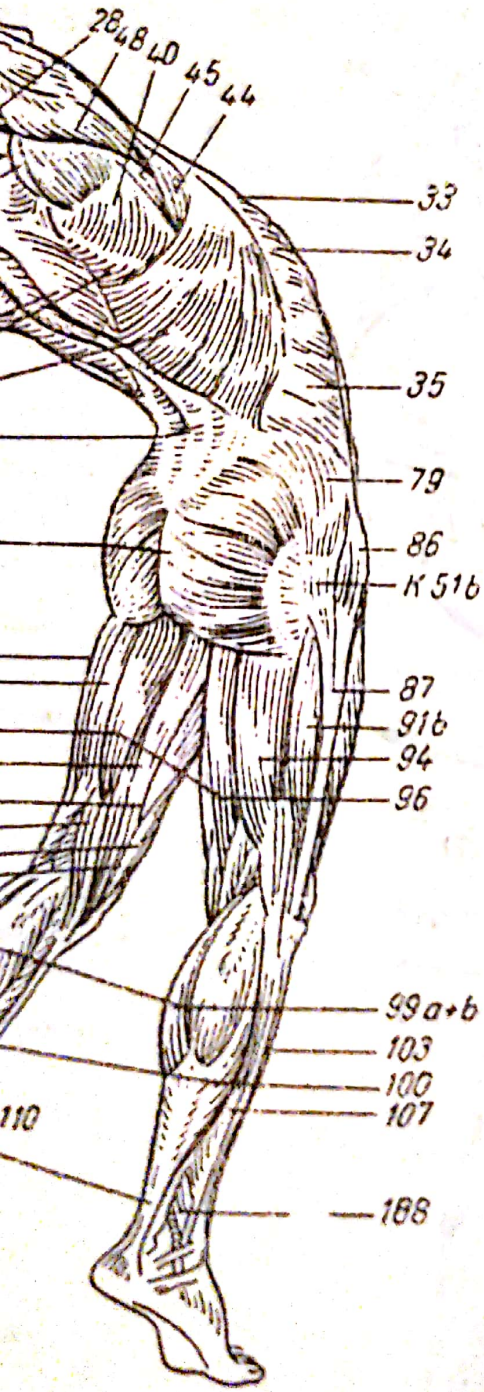
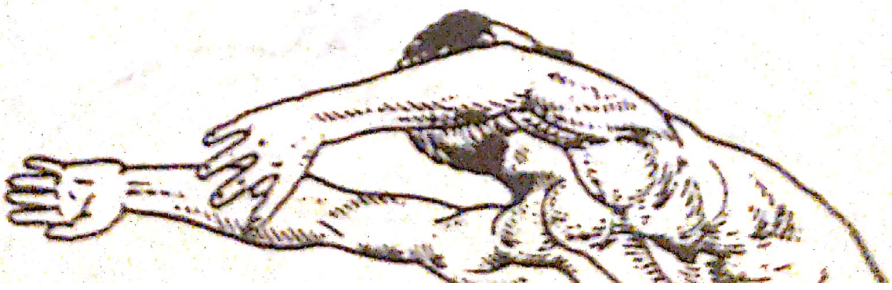


Fig. 355

50 — M. biceps brahial (biceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *47* — M. deltoid (deltoideus); *46* — M. profundă flexoare a coloanei vertebrale; *39* — M. trapez (m. trapezius); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *46* — M. profundă flexoare a coloanei vertebrale; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *89* — M. drept intern (gracillis); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *90* — M. croitor (sartorius); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achile; *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitimm longus); *28* — M. sternocleidomastoidian (sternocleido-mastoideus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — Rotundul mic (teres minos); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major); *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* pars ascendens; *34* — marele dinţat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *35* — oblic mare (m. oblicus exter; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; K *51 b) 87* — Fascia lata; *91 b)* — M. vast lateral (vortus lateralis); *94* — M. biceps femoral (biceps femoris); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *99 a+b)* — M. gemeni (m. triceps sure); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *100* — M. solear (m. triceps sure); *107* — M. lung peronier (peroneus longus);



Scanned with OKEN Scanner

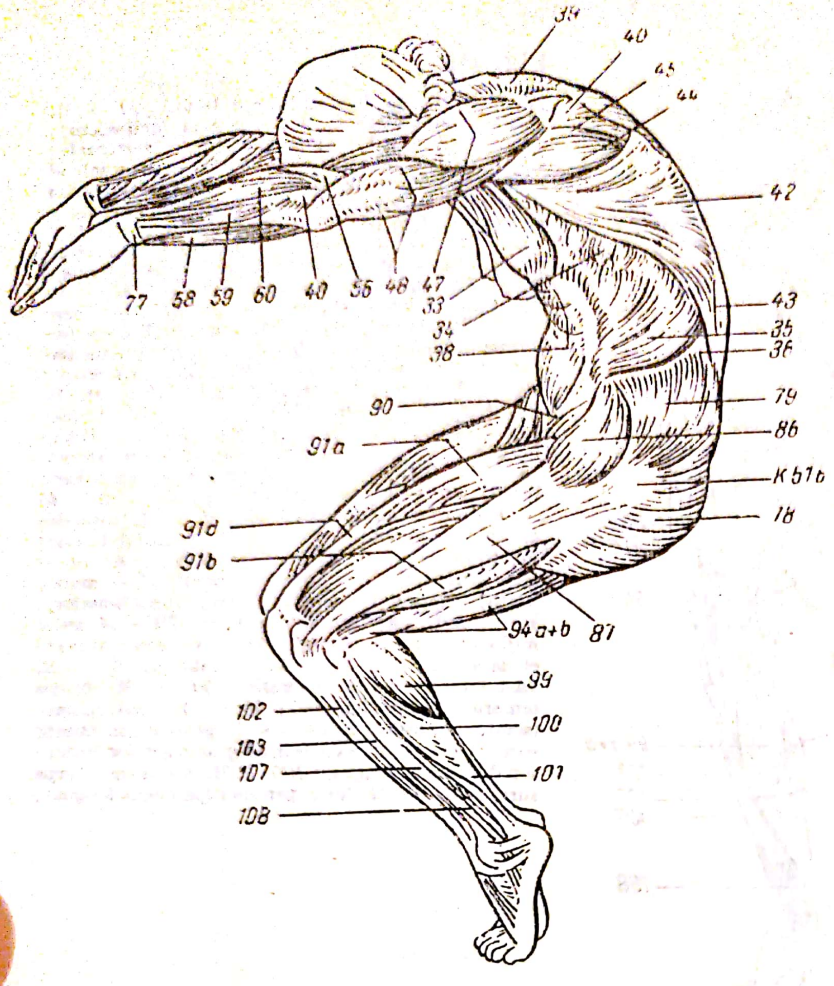


Fig. 357

77 — Ligamentul anterior transvers al carpului; *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum comunis); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *56* — M. prim radial extern; *48* — M. triceps brahial (triceps brahii); *47* — M. deltoid (deltoideus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *90* — M. croitor (sartorius); *91 a)* — M. (drept anterior) rectus anterius; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus lungus); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *39* — M. trapez (m. trapezius); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. Rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *36* — M. oblic mic (m. oblicus internus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *K 51 b)* *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — Fascia lata; *94 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille.

Scanned with OKEN Scanner

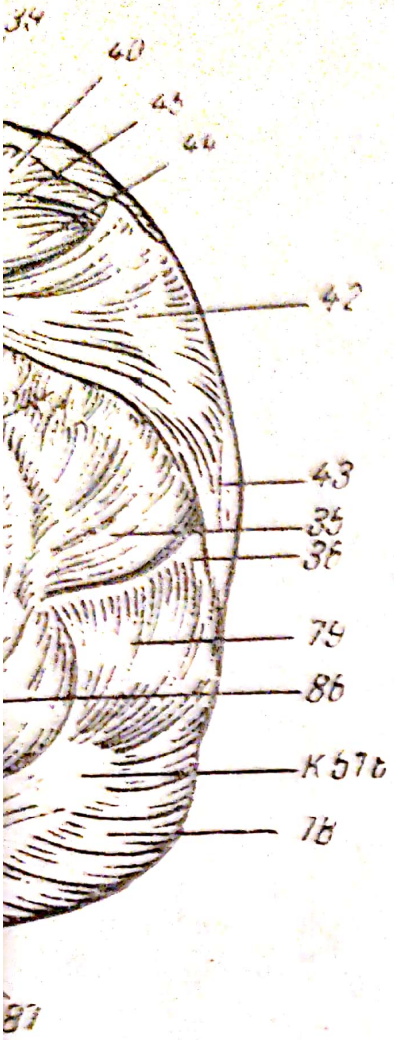


Fig. 357

77 — Ligamentul anterior transvers al carpului; *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum comunis); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *56* — M. prim radial extern; *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *47* — M. deltoid (deltoideus); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *90* — M. croitor (sartorius); *91 a)* — M. (drept anterior) rectus anterius; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus lungus); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *39* — M. trapez (m. trapezius); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *45* — M. Rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *36* — M. oblic mic (m. oblicus internus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *K 51 b) 78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — Fascia lata; *94 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille.

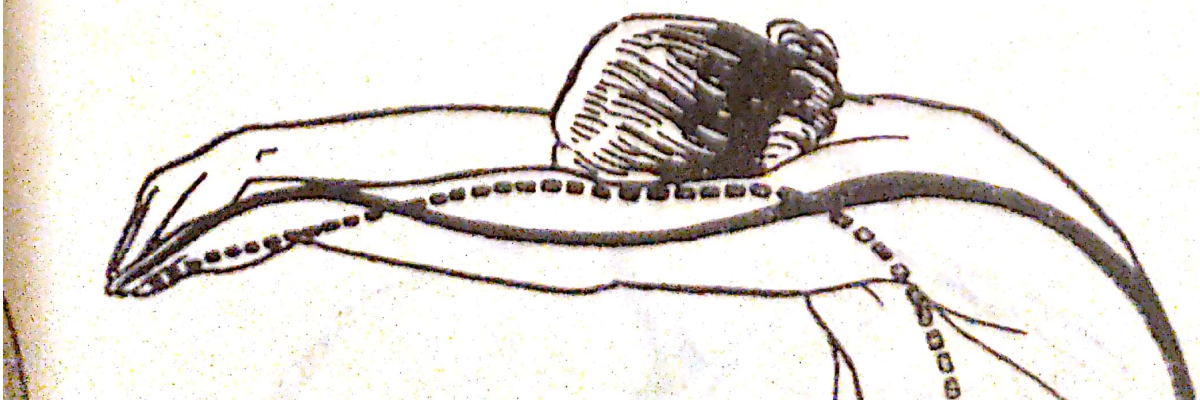
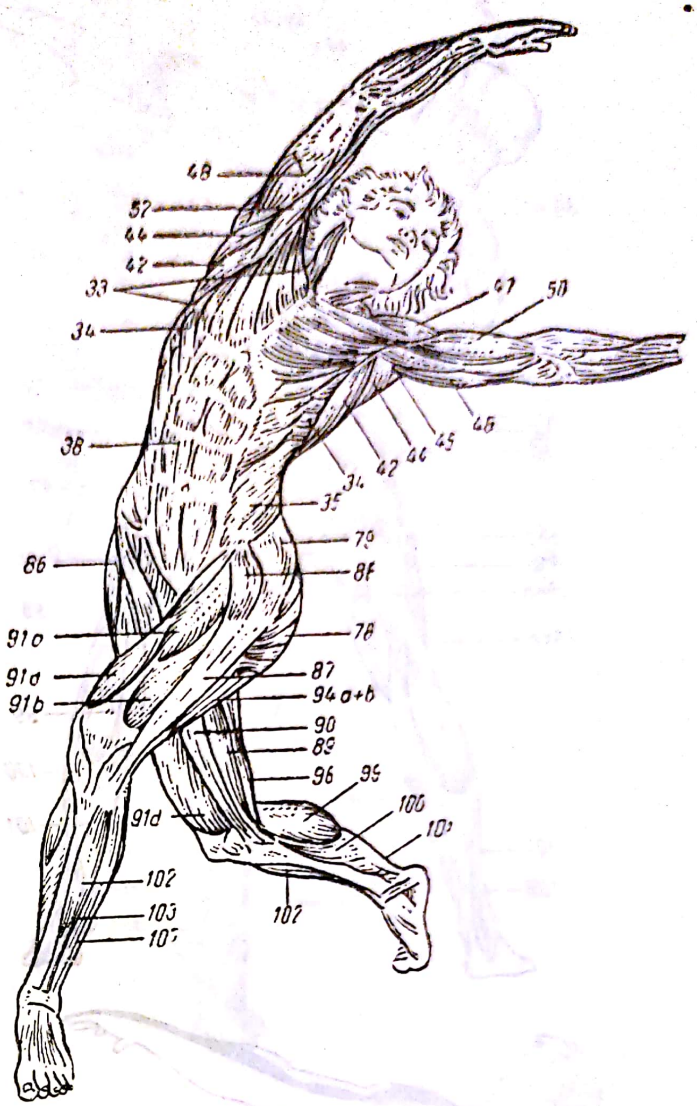


Fig. 358

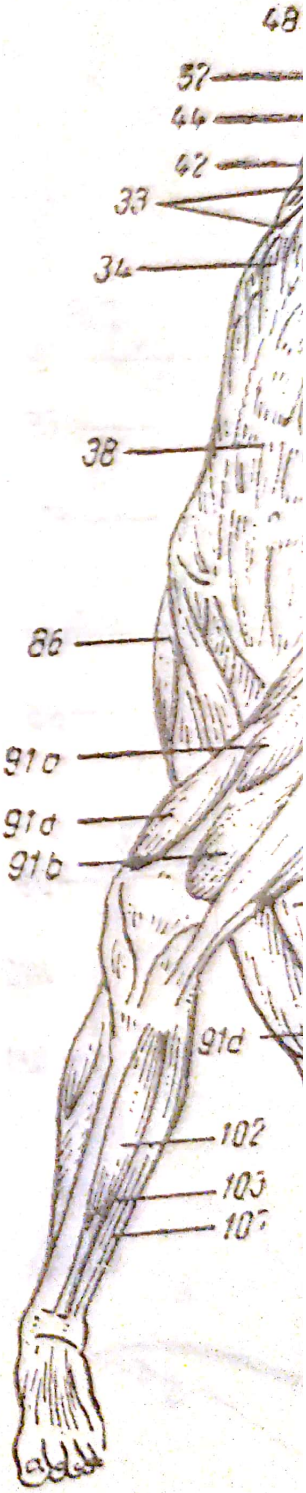
48 — M. triceps brahial (triceps brahi); *52* — M. coraco-brahial (coraco-brahialis); *44* — M. rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *47* — M. deltoid (deltoideus). *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *45* — M. Rotundu mic (teres minor); *44* — M. rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — M. aductor lung (aductor longus); *94 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *90* — M. croitor (sartorius); *89* — M. drept intern (gracillis); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior).



Scanned with OKEN Scanner

Fig. 358

48 — M. triceps brahial (triceps brahi); *52* — M. coraco-brahial (coraco-brahialis); *44* — M. rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a)* — pars descendens; *b)* — pars transversus; *c)* — pars ascendens; *34* — M. marele dinţat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis; *91 d)* — M. vast intermediar (vastus intermedius); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *47* — M. deltoid (deltoideus). *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *45* — M. Rotundul mic (teres minor); *44* — M. rotundul mare (teres major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dinţat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — M. aductor lung (aductor longus); *94 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *90* — M. croitor (sartorius); *89* — M. drept intern (gracillis); *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior).



Scanned with OKEN Scanner

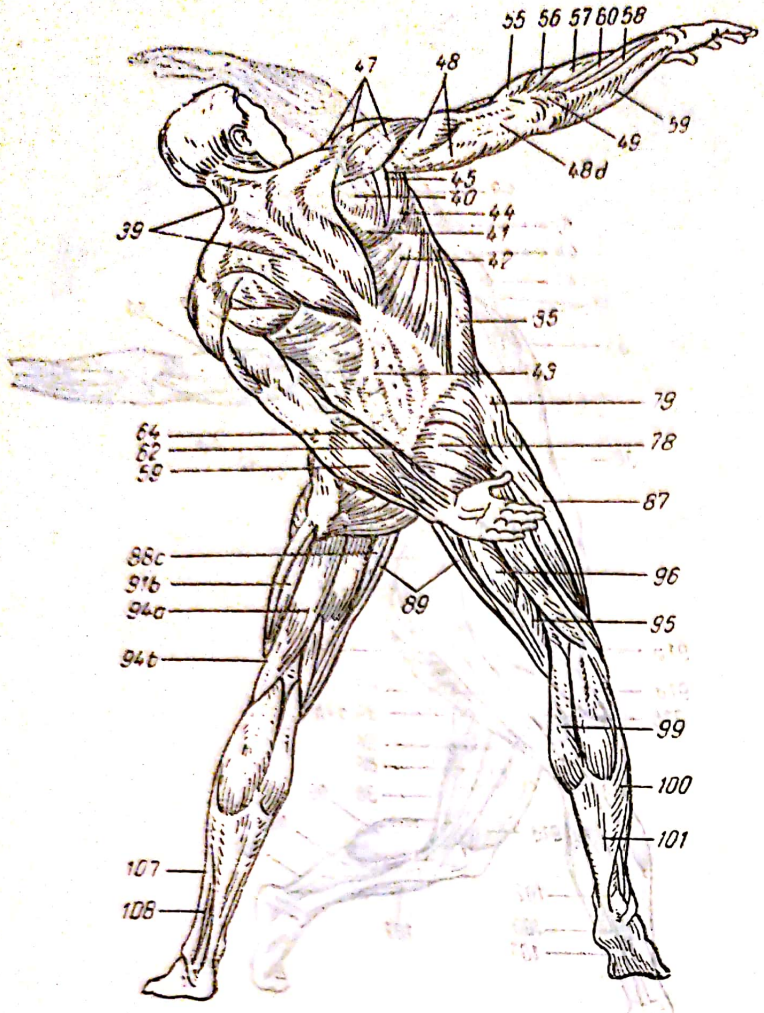
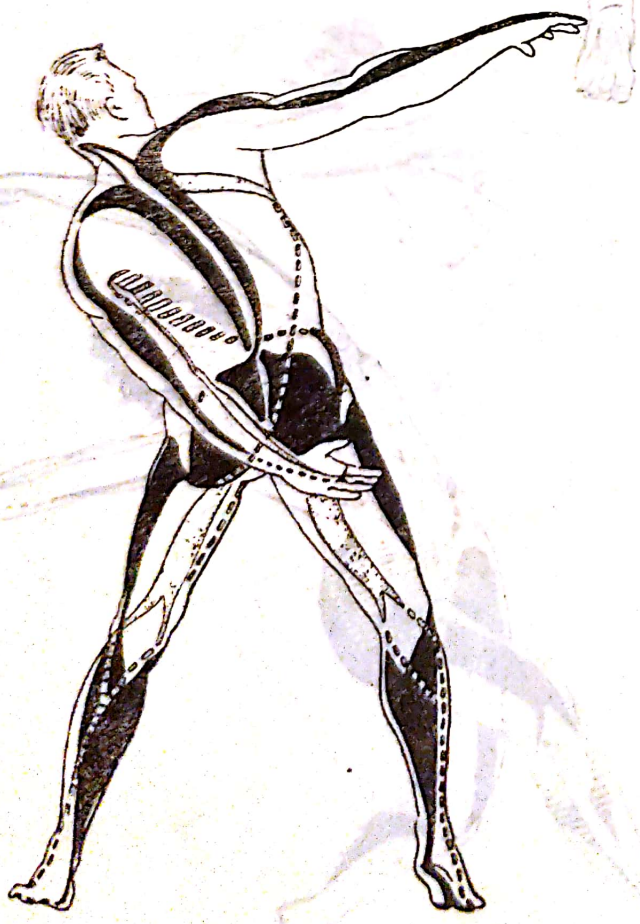
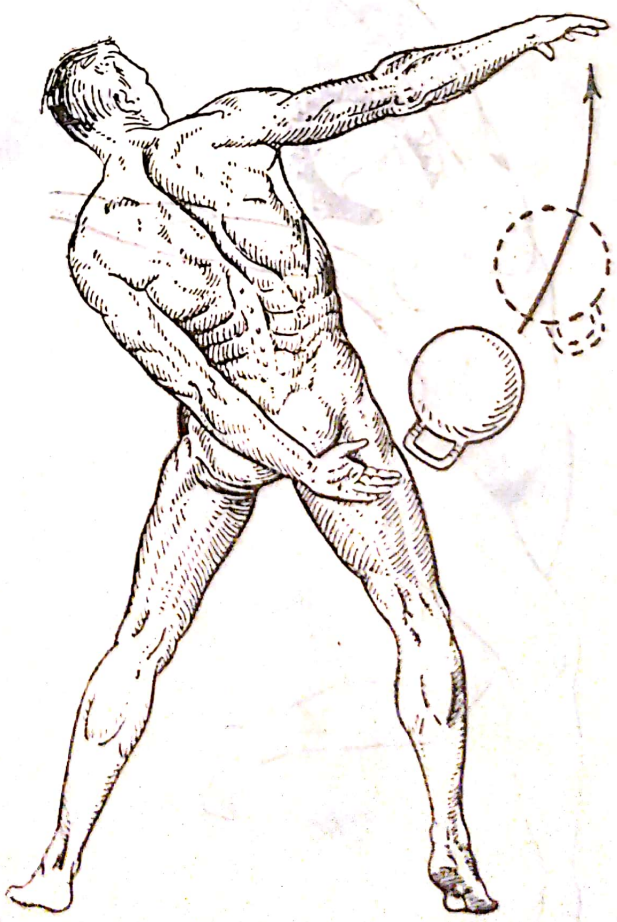


Fig. 359

93 — M. trapez (m. trapezius); *64* — M. palmar mic (palmaris longus); *62* — M. flexor superficial al degetelor (flexor superficialis digitorum); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *94 a)* — M. biceps femoral (biceps femoris) *94 b) 107* — M. lung peronier (peroneus longus); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *89* — M. drept intern (gracilis); *47* — M. deltoid (deltoideus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *57* — M. al doilea radial extern; *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum communis); *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *49* — M. anconeu (anconeus); *48 d) 45* — M. Rotundul mic (teres minor); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *44* — M. rotundul mare (teres major); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — Fascia lata; *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille.





Scanned with OKEN Scanner

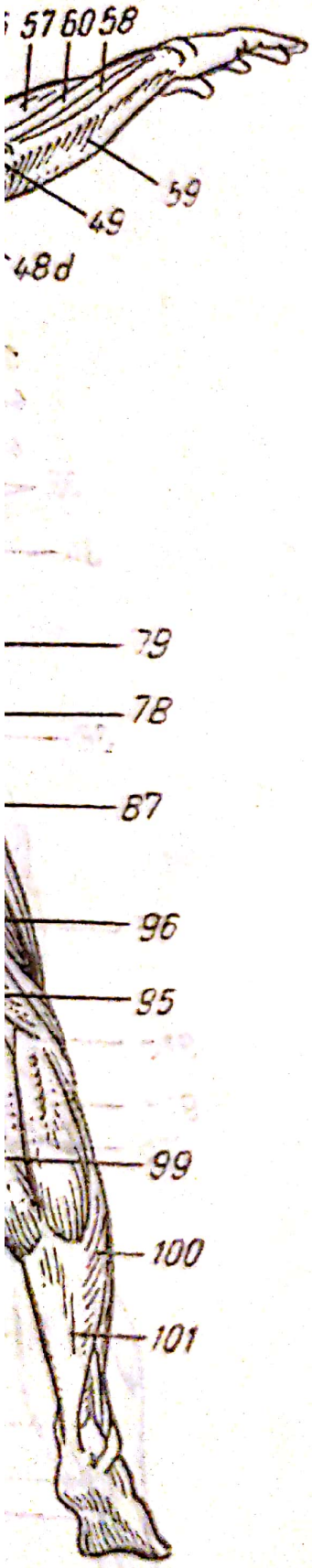


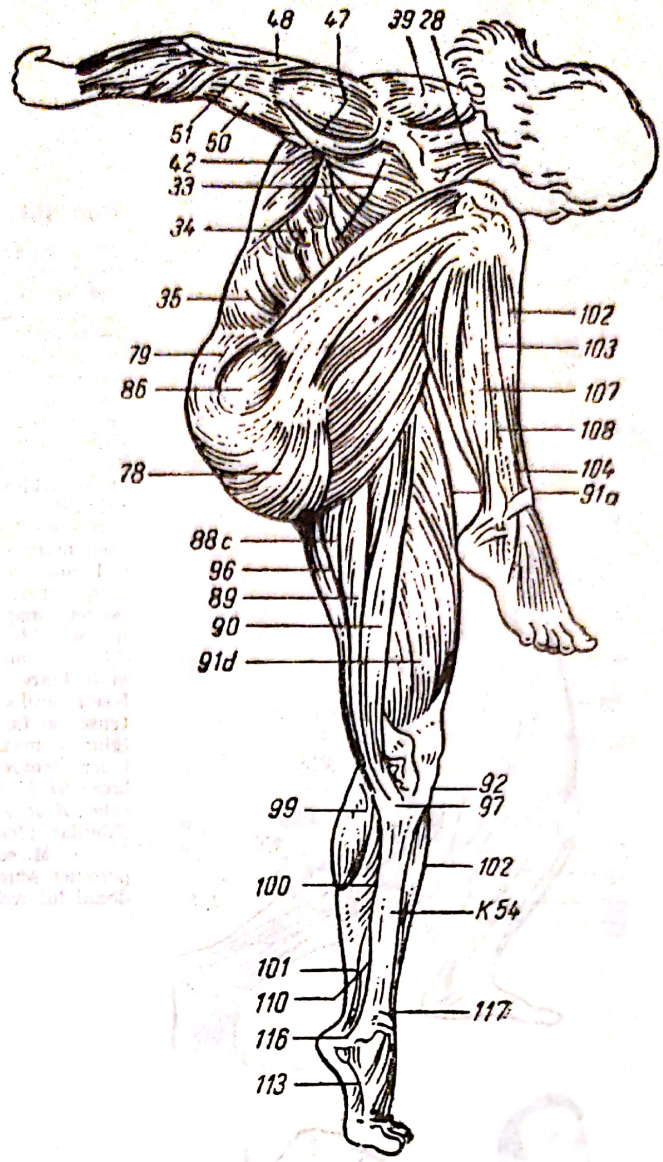
Fig. 359

93 — M. trapez (m. trapezius); *64* — M. palmar mie (palmaris longus); *62* — M. flexor superficial al degetelor (flexor superficialis digitorum); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *88 c)* — M. adductor mare (adductor magnus); *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *94 a)* — M. biceps femoral (biceps femoris) *94 b) 107* — M. lung peronier (peroneus longus); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *89* — M. drept intern (gracillis); *47* — M. deltoid (deltoideus); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *56* — M. prim radial extern; *57* — M. al doilea radial extern; *60* — M. extensor al degetelor (extensor digitorum communis); *58* — M. cubital posterior (extensor carpi ulnaris); *59* — M. cubital anterior (flexor carpi ulnaris); *49* — M. anconeu (anconeus); *48 d) 45* — M. Rotundul mic (teres minor); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *44* — M. rotundul mare (teres major); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *87* — Fascia lata; *96* — M. semitendinos (semitendinosus); *95* — M. semimembranos (semimembranosus); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear (m. triceps sure); *101* — Tendonul lui Achille.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 360

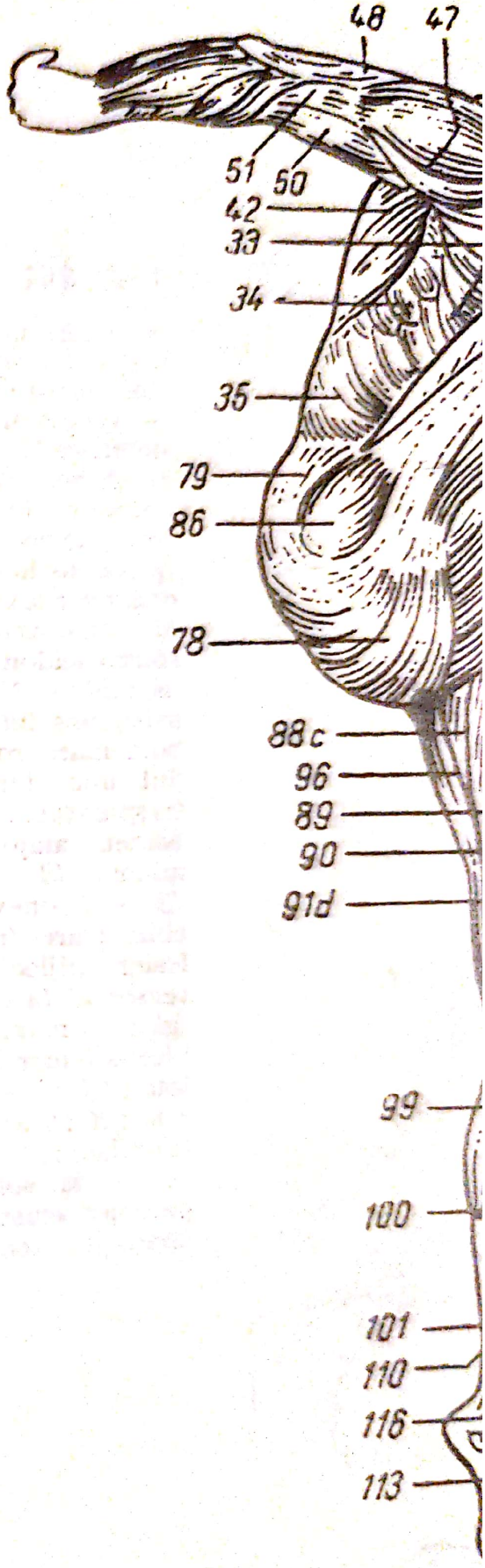
51 — M. brahial (brahialis); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a*) — pars descendens; *b*) — pars transversus; *c*) — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *88 c*) — M. adductor mare (adductor magnus); *96* — M. semimembranos (semimembranosus); *89* — M. drept intern (gracillis); *90* — M. croitor (sartorius); *91 d*) — M. vast intermediar — vastus intermedius; *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear — m. triceps sure; *101* — Tendonul lui Achille; *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *116. 113* — M. abductor al halucelui (abductor hallucis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *47* — M. deltoid (deltoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *28* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum lungus); *107* — M. lung peronier (perneus longus); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *104* — M. extensor scurt al degetelor (extensor digitorum brevis); *91 a* — M. drept anterior (rectus anterius); *92* — Ligamentul rotulian; *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *K 54* — Tibia.



Scanned with OKEN Scanner

Fig. 360

51 — M. brahial (brahialis); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *42* — M. dorsalul mare (latissimus dorsi); *33* — M. pectoralul mare (pectoralis major) *a*) — pars descendens; *b*) — pars transversus; *c*) — pars ascendens; *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *88 c*) — M. adductor mare (adductor magnus); *96* — M. semimembranos (semimembranosus); *89* — M. drept intern (gracillis); *90* — M. croitor (sartorius); *91 d*) — M. vast intermediar — vastus intermedius; *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *100* — M. solear — m. triceps sure; *101* — Tendonul lui Achille; *110* — M. flexor lung al degetelor (flexor digitorum longus); *116. 113* — M. abductor al halucelui (abductor hallucis); *48* — M. triceps brahial (triceps brahi); *47* — M. deltoid (deltoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *28* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum lungus); *107* — M. lung peronier (perneus longus); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *104* — M. extensor scurt al degetelor (extensor digitorum brevis); *91 a* — M. drept anterior (rectus anterius); *92* — Ligamentul rotulian; *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *K 54* — Tibia.



Scanned with OKEN Scanner

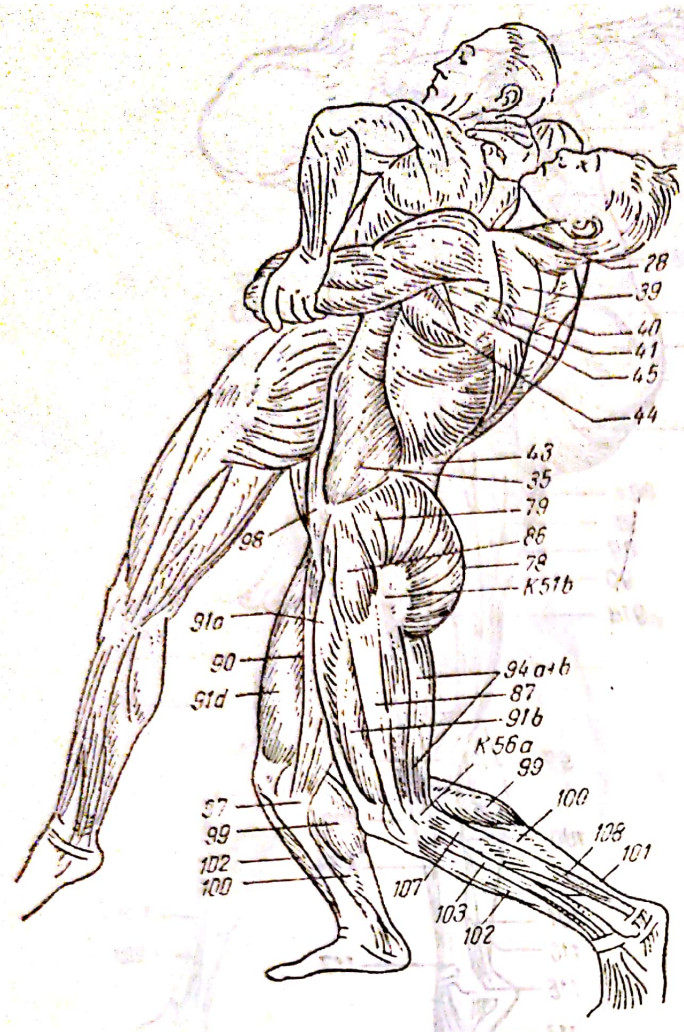


Fig. 361

98 — M. plantar (m. plantaris); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *90* — M. croitor (sartorius); *91 d)* — M. vast intermediar — vastus intermedius; *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *100* — M. solear (m. triceps sure); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *28* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *45* — M. rotundul mic (teres *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *K 51* b) *94 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *87* — Fascia lata; *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *K 56 a)* — Epifiza proximală a peroneului (fibullae); *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *100* — M. solear (m. triceps sure); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *101* — Tendonul lui Achille.

Scanned with OKEN Scanner

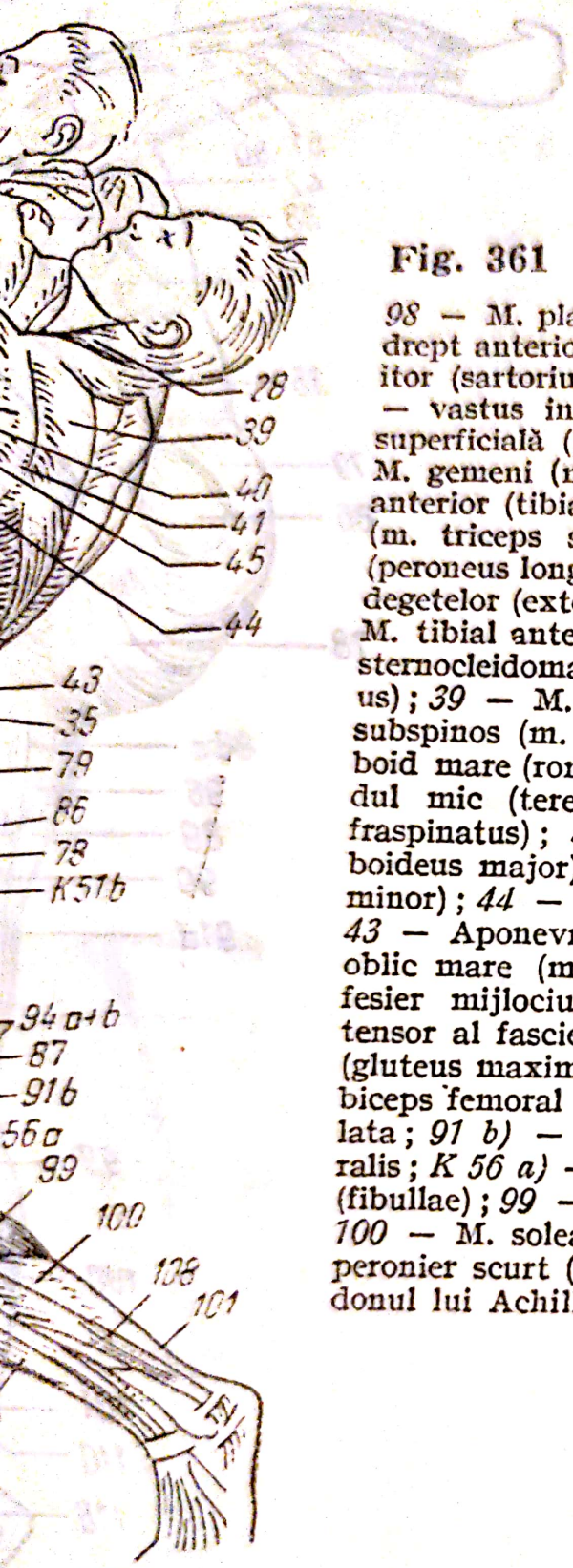


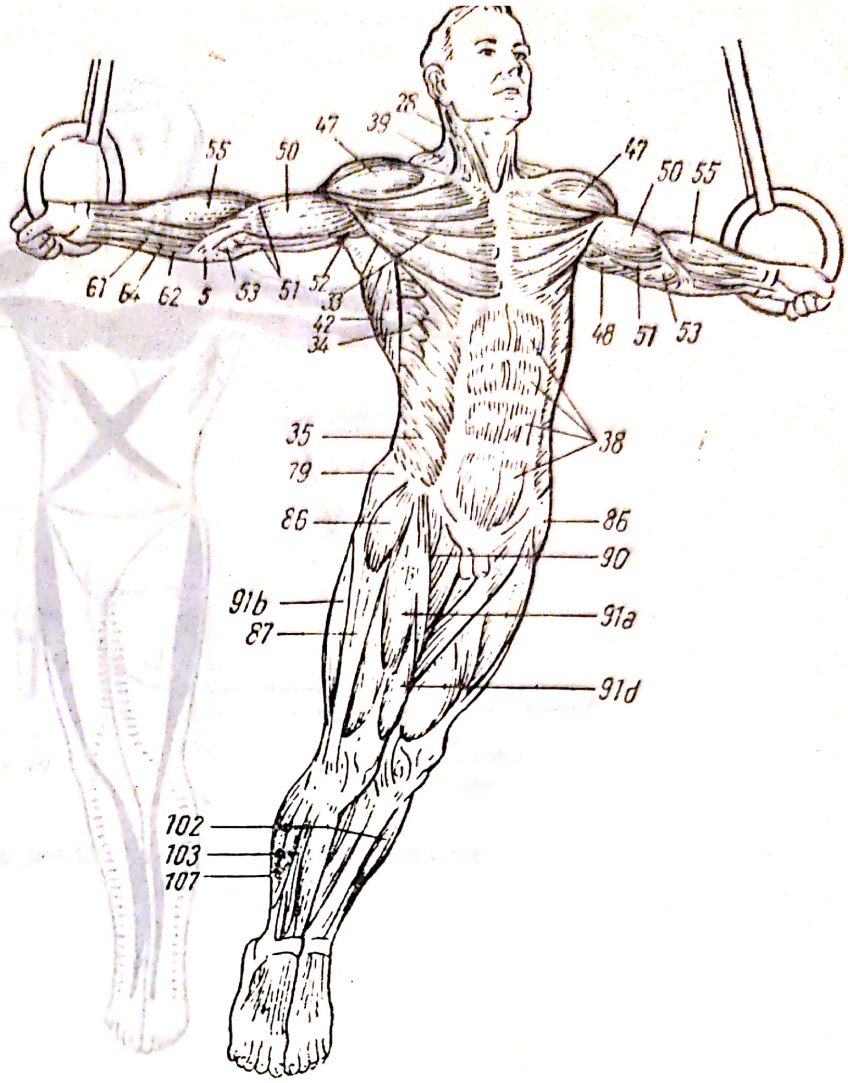
Fig. 361

98 — M. plantar (m. plantaris); *91 a)* — M. drept anterior (rectus anterius); *90* — M. croitor (sartorius); *91 d)* — M. vast intermediar — vastus intermedius; *97* — Laba de gîscă superficială (pes anserinus superficialis); *99* — M. gemeni (m. triceps sure); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *100* — M. solear (m. triceps sure); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *28* — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *45* — M. rotundul mic (teres *40* — M. subspinos (m. infraspinatus); *41* — M. romboid mare (romboideus major); *45* — M. rotundul mic (teres minor); *44* — M. Rotundul mare (teres major); *43* — Aponevroza lombo — sacrată; *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *78* — M. fesier mare (gluteus maximus); *K 51* b) *94 a+b)* — M. biceps femoral (biceps femoris); *87* — Fascia lata; *91 b)* — M. vast lateral — vastus lateralis; *K 56 a)* — Epifiza proximală a peroneului (fibullae); *99* — M. gemeni — m. triceps sure; *100* — M. solear (m. triceps sure); *108* — M. peronier scurt (peroneus brevis); *101* — Tendonul lui Achille.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 362

28 — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *61* — M. palmarul mare (flexor carpi radialis); *64* — M. palmar mic (palmaris longus); *62* — M. flexor superficial al degetelor (flexor superficialis digitorum); *50 a)* — M. biceps brahial (biceps brahi); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *51* — M. brahial (brahialis); *52* — M. coraco — brahial (coraco — brahialis); *33* — M. pectoral al mare (pectoralis major); *42* — M. dorsal ul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. serratus antero-lateralis-major); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *87* — Fascia lata; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *55* — M. brahio radiel (brahio radialis); *49* — M. triceps brahial (triceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *86* — M. tensor al fasciei lata; *90* — M. croitor (sartorius); *91 a* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 d)* — M. vast intermediar vastus intermedius).



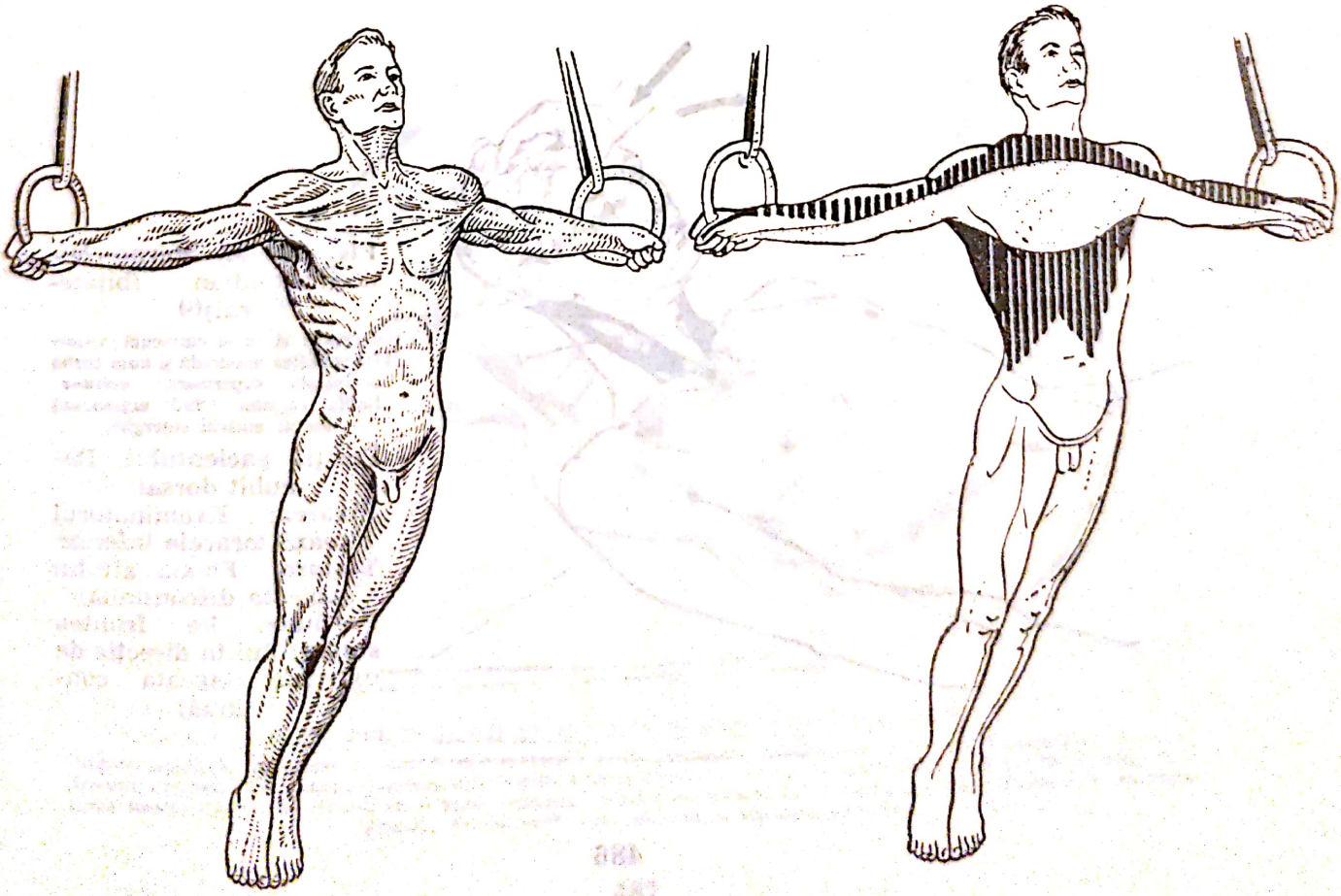
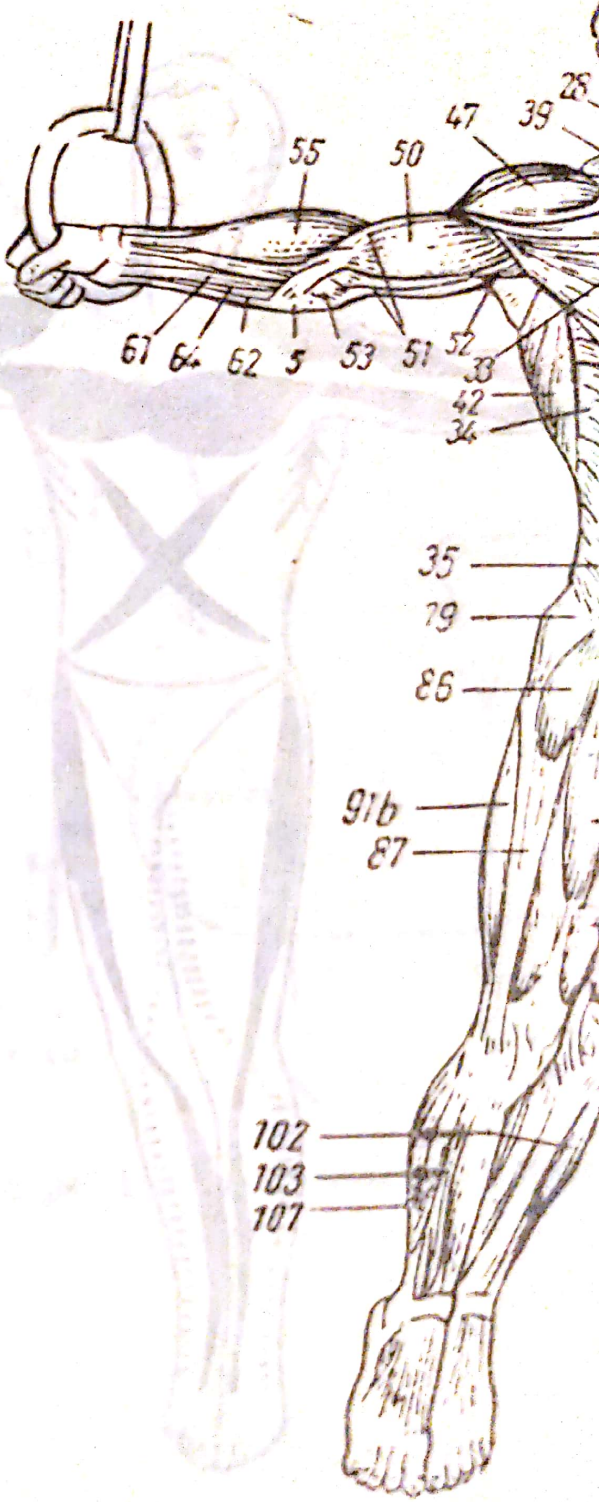
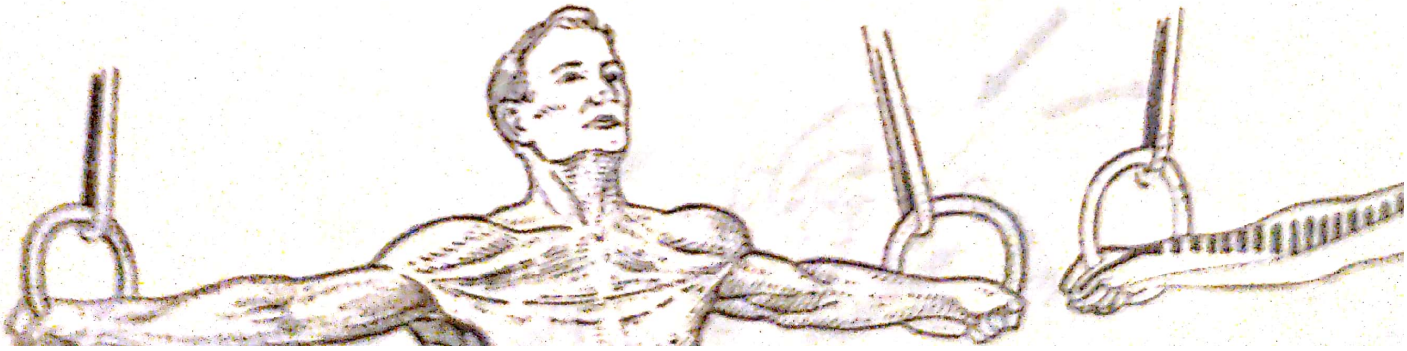


Fig. 362

28 — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *61* — M. palmarul mare (flexor carpi radialis); *64* — M. palmar mic (palmaris longus); *62* — M. flexor superficial al degetelor (flexor superficialis digitorum); *50 a)* — M. biceps brahial (biceps brahi); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *51* — M. brahial (brahialis); *52* — M. coraco — brahial (coraco — brahialis); *33* — M. pectoral al mare (pectoralis major); *42* — M. dorsal al mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *87* — Fascia lata; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *49* — M. triceps brahial (triceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *86* — M. tensor al fasciei lata; *90* — M. croitor (sartorius); *91 a* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 d)* — M. vast intermediar vastus intermedius).

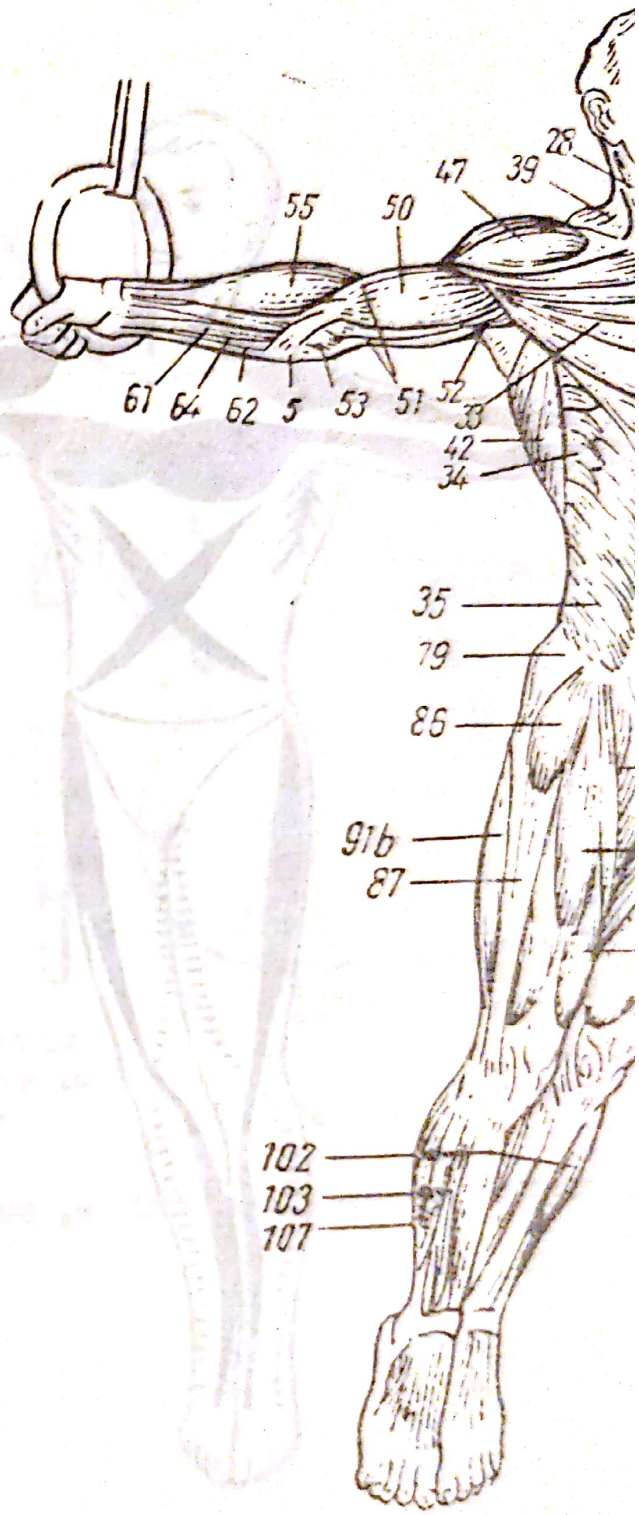


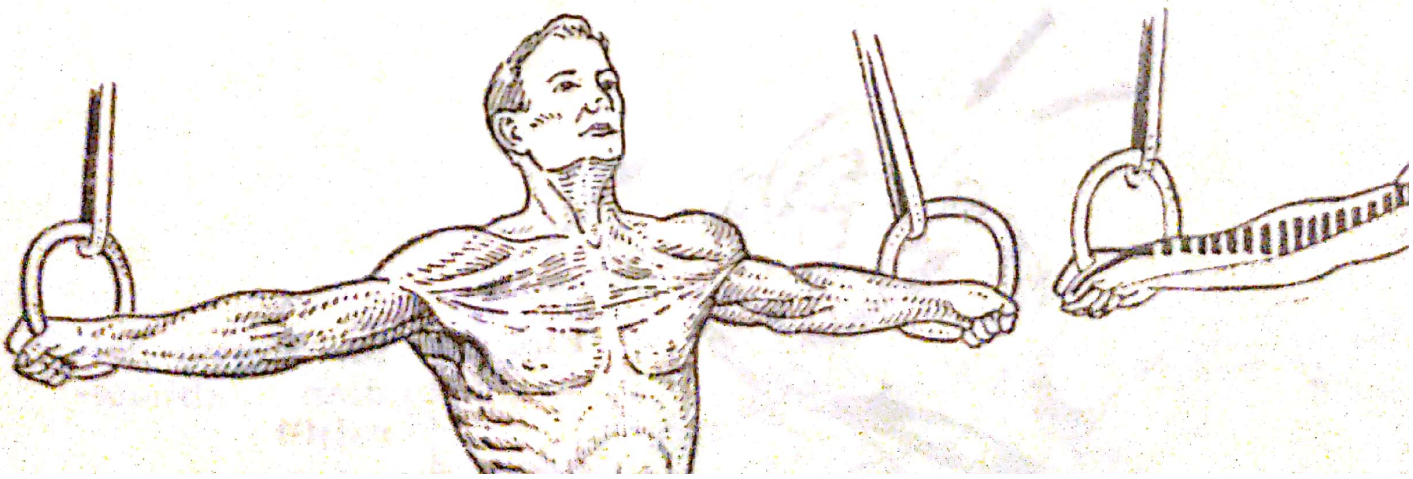


Scanned with OKEN Scanner

Fig. 362

28 — M. sternocleidomastoidian (sterno-cleido-mastoideus); *39* — M. trapez (m. trapezius); *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *61* — M. palmarul mare (flexor carpi radialis); *64* — M. palmar mic (palmaris longus); *62* — M. flexor superficial al degetelor (flexor superficialis digitorum), *50 a)* — M. biceps brahial (biceps brahi); *52* — M. rotund pronator (pronator teres); *51* — M. brahial (brahialis); *52* — M. coraco — brahial (coraco — brahialis); *33* — M. pectoral al mare (pectoralis major); *42* — M. dorsal ul mare (latissimus dorsi); *34* — M. marele dințat anterior (m. seratus antero-lateralis-major); *35* — M. oblic mare (m. oblicus externus); *79* — M. fesier mijlociu (gluteus medius); *86* — M. tensor al fasciei lata; *91 b)* — M. vast lateral (vastus lateralis); *87* — Fascia lata; *102* — M. tibial anterior (tibialis anterior); *103* — M. extensor lung al degetelor (extensor digitorum longus); *107* — M. lung peronier (peroneus longus); *47* — M. deltoid (deltoideus); *50* — M. biceps brahial (biceps brahi); *55* — M. brahio radial (brahio radialis); *49* — M. triceps brahial (triceps brahi); *51* — M. brahial (brahialis); *53* — M. rotund pronator (pronator teres); *38* — M. dreptul abdominal (rectus abdominis); *86* — M. tensor al fasciei lata; *90* — M. croitor (sartorius); *91 a* — M. drept anterior (rectus anterius); *91 d)* — M. vast intermediar vastus intermedius).





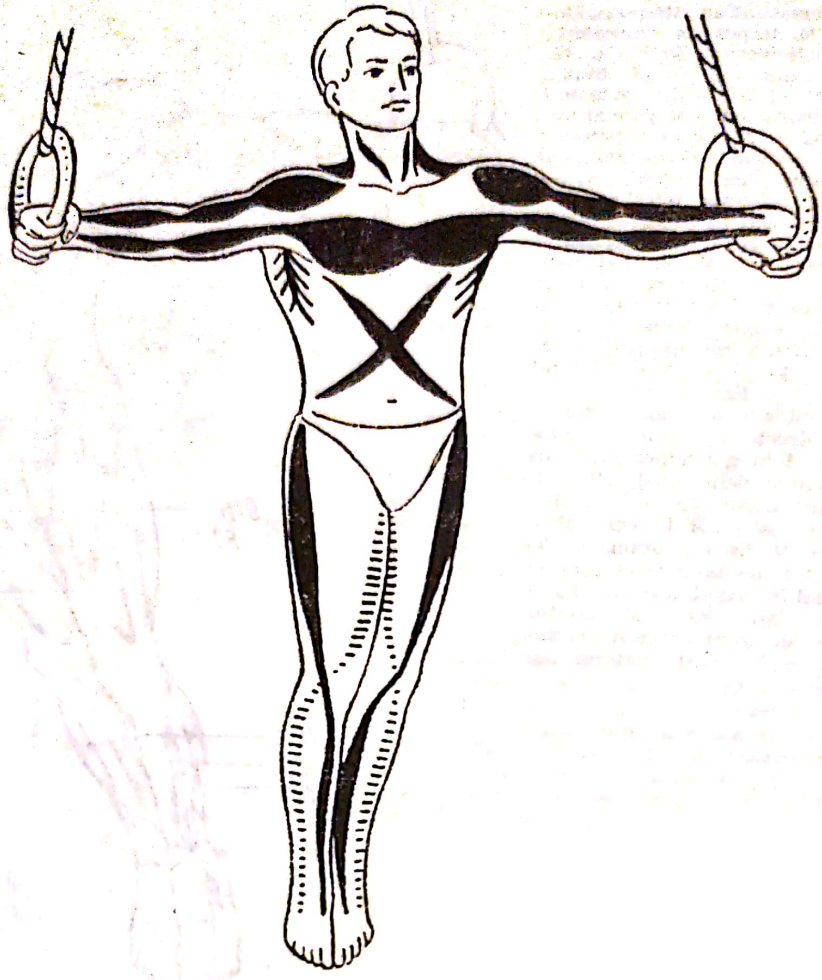


Fig. 363 M. Sterno-cleido-mastoidian (bilateral)(1)

origine: stern şi claviculă; *inserţie*: apofiza mastoidă şi linia curbă occipitală superioară; *acţiune*: flexia capului (cînd acţionează ambii muşchi sinergici).

Poziţia pacientului: Decubit dorsal
Fixarea: Examinatorul fixează toracele inferior
Testare: Flexia gîtului (săgeata discontinuă)
Presiune: Pe fruntea subiectului în direcţie de extensie (săgeata continuă)

Scanned with OKEN Scanner

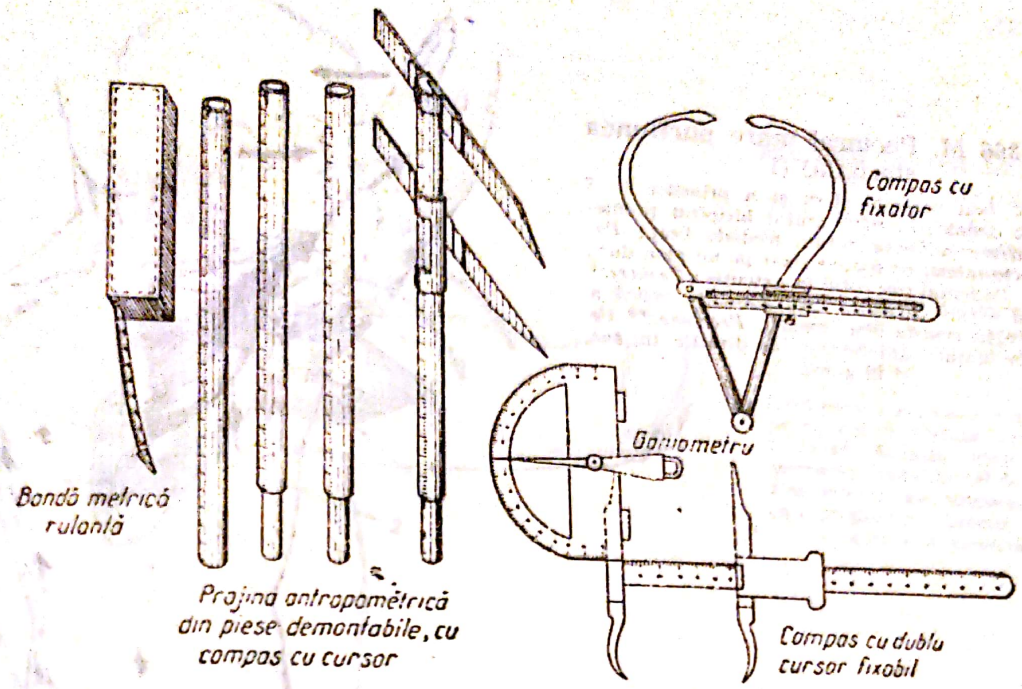


Fig. 364. Dispozitive pentru măsurători antropometrice

Fig. 365. Scalenii anterior(1), și posterior(2) (bilateral)

Origine: apofizele transverse ale vertebrelor cervicale *3—6*; *Inserția:* coastele I-a (tuberculul Lisfranc) și a doua; *Acțiune:* extensia gîtului cînd acționează toți mușchii scaleni sinergici; *Poziția:* Decubit ventral, gîtul în flexie peste marginea mesei; *Fixare:* se fixează cu o mînă regiunea toracică superioară în dreptul scapulelor; *Testare:* * extensia gîtului; *Presiunea***: este aplicată în regiunea occipitală.

Scanned with OKEN Scanner

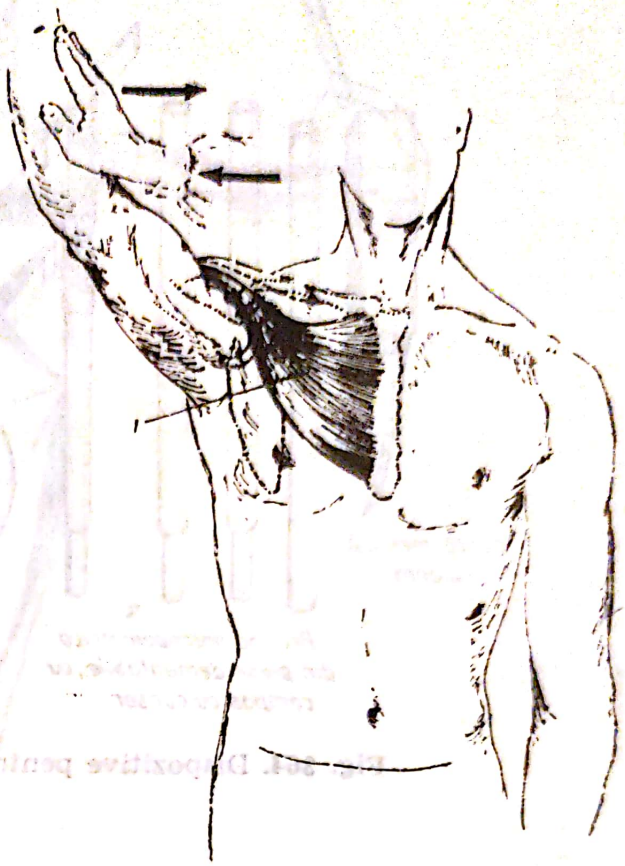


Fig. 366 M. Pectoral mare porţiunea sternală) (1)

Origine: faţa ventrală stern şi a primelor *6—7* cartilaje costale; *Inserţie?* şanţul bicipital (humerus); *Acţiune:* adducţie, rotaţie medială braţ; *Poziţie:* ortostatism cu spatele fixat pe un plan dur; *Fixare:* Pacientul ţine cotul în extensie; *Testare:** Cu cotul extins pacientul face adducţia oblică a braţului către creasta iliacă opusă; *Presiune:*** Pe suprafaţa braţului antebraţului cu direcţie în sus şi în afară.

Fig. 367 M. Trapezius (pars descendens) (1)

Origine: osul occipital şi apofizele spinoase ale vertebrelor cervicale; *Inserţie:* clavicula; *Acţiunea:* ridică scapula şi îi imprimă totodată o basculare laterală — extensia gîtului; *Poziţie:* ortostatism; *Testare:** ridicarea scapulei şi extensia gîtului; *Presiune:*** Contra ridicării umărului şi a extensiei posterolaterale a gîtului.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 368 M. rotatori externi ai umărului (mic rotund, (1) infraspinos, (2) deltoid-pars posterior. (3)

Originea: mic rotund (teres minor): marginea axilară a scapulei; *Inserție:* mic rotund: trohiter (humerus); *Poziție:* decubit ventral; *Fixare:* așezat pe masă. Examinatorul pune o mînă sub braț; aproape de cot și fixează humerusul. *Testare*:* Rotația externă a humerusului (cotul la 90 de grade); *Presiune**:* Pe antebraț (folosit ca o pîrghie) în direcția de rotație internă a humerusului.

Fig. 369 Mușchiul biceps.

Origine: tuberculul supraglenoidian al scapulei (caput longum); apofiza coracoidă (caput breve); *Inserție:* tuberozitatea bicipitală a radiului; *Testare*:* flexia antebrațului; *Presiune**:* în sens opus flexiei antebrațului.

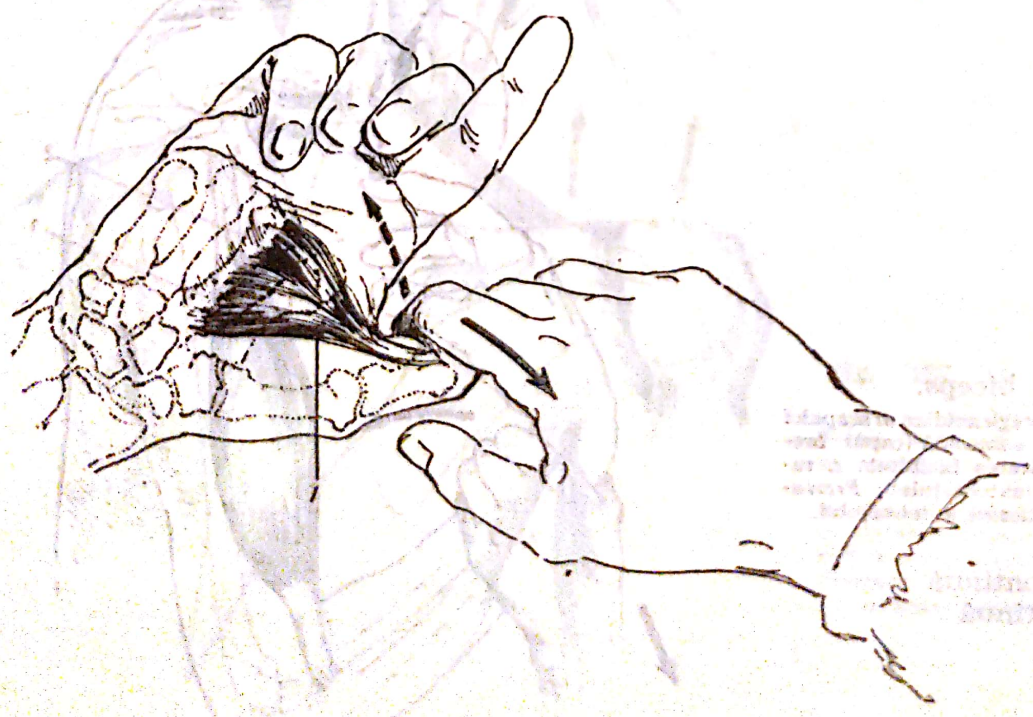
* săgeata discontinuă
** săgeata continuă

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 370 M. patrat pronator (1) și rotund pronator (2)

Origine: rotundul pronator (pronator teres) : epitrohlee (humerus) și ulnă ; pătrat pronator (pronator cuadratus) : *1/3* inferioară a ulnei ; *Inserție:* rotund pronator : *1/3* mijlocie a diafizei radiusului ; pătrat pronatnr : *1/3* inferioară a radiusului ; *Acțiune:* ambii sînt pronatori, iar patratul pronator este în plus, și flexor al cotului ; *Fixare:* Cotul fixat la corp ; *Testare*:* Pronația antebrațului cu cotul în extensie moderată ; *Presiune**:* Mîna examinatorului deasupra articulației mîinii, presiunea în direcția de supinație a antebrațului.

Fig. 371 Mușchiul adductor pollicis (1)



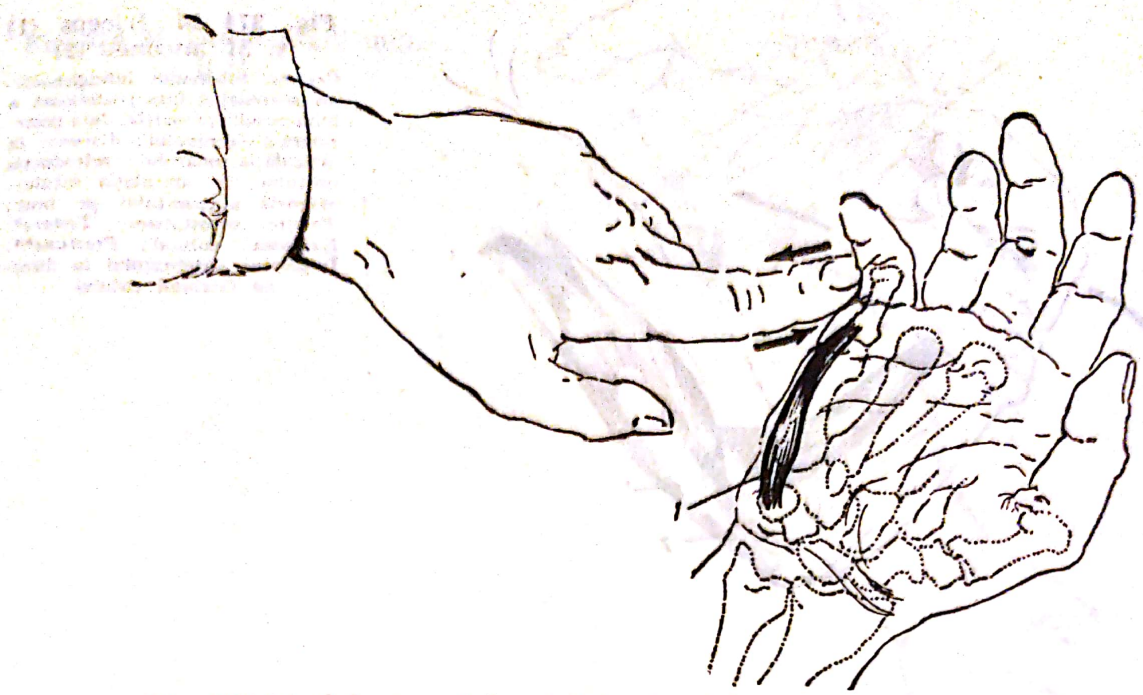


Fig. 372 M. abductor al degetului mic (abductor digiti cvinti) (1)

Fig. 373 M. marele dorsal (1)

Origine: apofize spinoase ale ultimelor 7 vertebre toracale apofize spinoase vertebre lombare; creasta sacrată medie, creasta iliacă; *Inserție*: pe humerus (șanțul bicipital); *Acțiune:* asupra centurii scapulare: coborîre și deplasare dorso medială asupra humerusului: adducție, retroducție, rotație medială (este solicitat în mișcare de cățărare); *Pacient:* ortostatism; *Testare*:* Adducția brațului cu extensie în poziție de rotație internă; *Presiune**:* Pe antebraț, în direcție de abducție.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 374 M. triceps (1) și M. anconeu (2)

Origine: tuberculul infraglenoidian (scapula) și fața posterioară a humerusului; *Inserție:* fața posterioară a olecranului; *Acțiune:* în articulația umărului: retroducția brațului; în artculația cotului: extensia antebrațului pe braț; *Poziția:* ortostatism; *Testare*:* Extensia cotului; *Presiune**:* Împotriva antebrațului în direcția flexiunii cotului.

Fig. 375 M. Deltoideus (pars posterior) (1)

Origine: acromion și spina scapulei; *Inserție:* humerus; *Acțiune:* retroducție și rotație laterală a brațului; *Poziție:* ortostatism; *Fixare:* Examinatorul fixează scapula cu mîna; *Testare*:* retroductil și rotație laterală a brațului; *Presiune**:* La nivelul brațului în direcția anteducției.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 374 M. triceps (1) și M. anconeu (2)

Origine: tuberculul infraglenoidian (scapula) și fața posterioară a humerusului; *Inserție:* fața posterioară a olecranului; *Acțiune:* în articulația umărului: retroducția brațului; în artculația cotului: extensia antebrațului pe braț; *Poziția:* ortostatism; *Testare*:* Extensia cotului; *Presiune**:* Împotriva antebrațului în direcția flexiunii cotului.

Scanned with OKEN Scanner

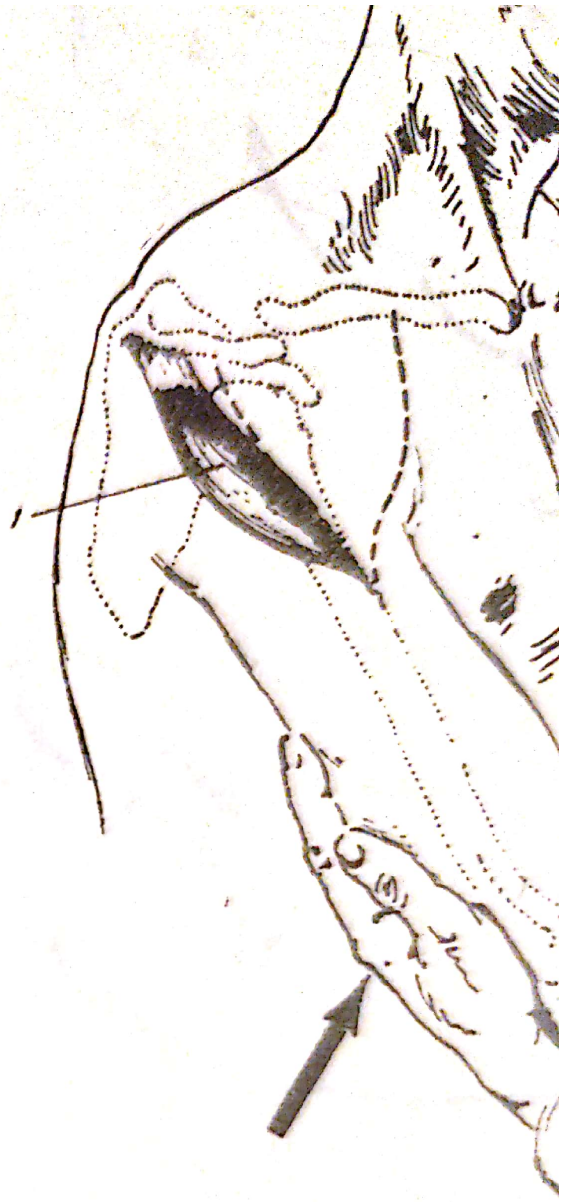


Fig. 375 M. Deltoideus (pars posterior) (1)

Origine: acromion și spina scapulei; *Inserție*: humerus; *Acțiune:* retroducție și rotație laterală a brațului; *Poziție:* ortostatism; *Fixare:* Examinatorul fixează scapula cu mîna; *Testare*:* retroductil și rotație laterală a brațului; *Presiune**:* La nivelul brațului în direcția anteducției.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 376 M. flexor digiti quinti (1)

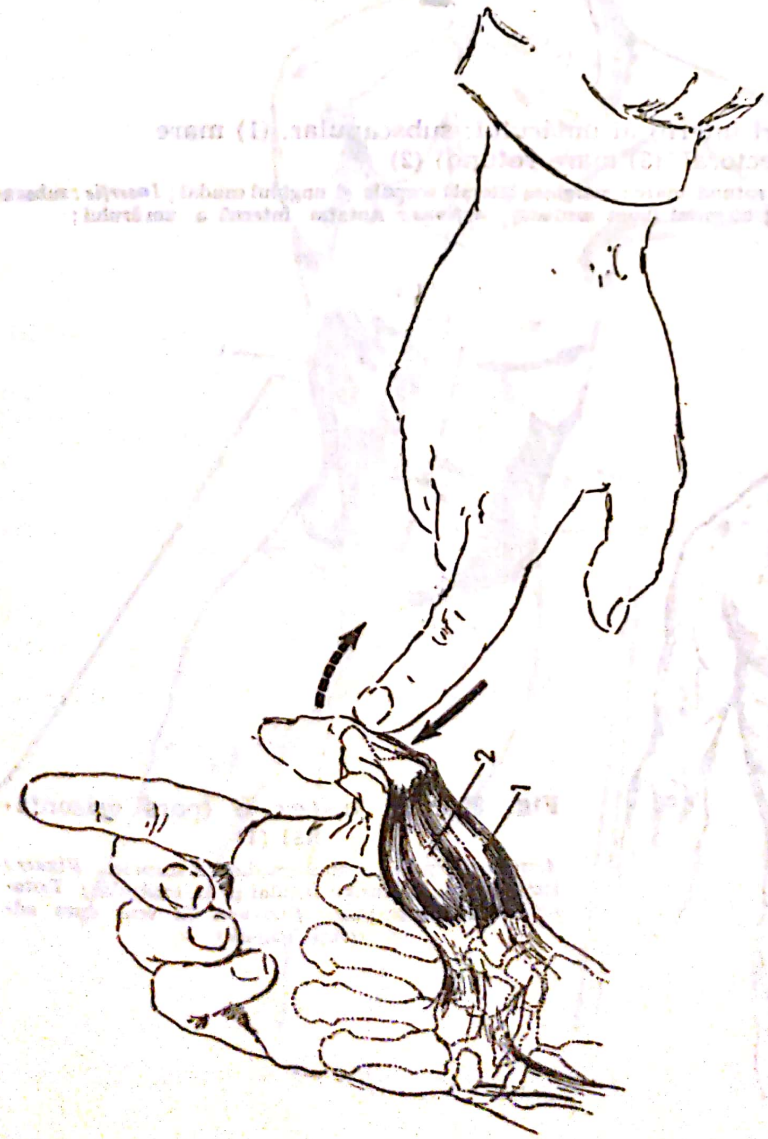


Fig. 377. M. abductor al policelui (1)
M. flexor scurt al policelui (2)

Scanned with OKEN Scanner

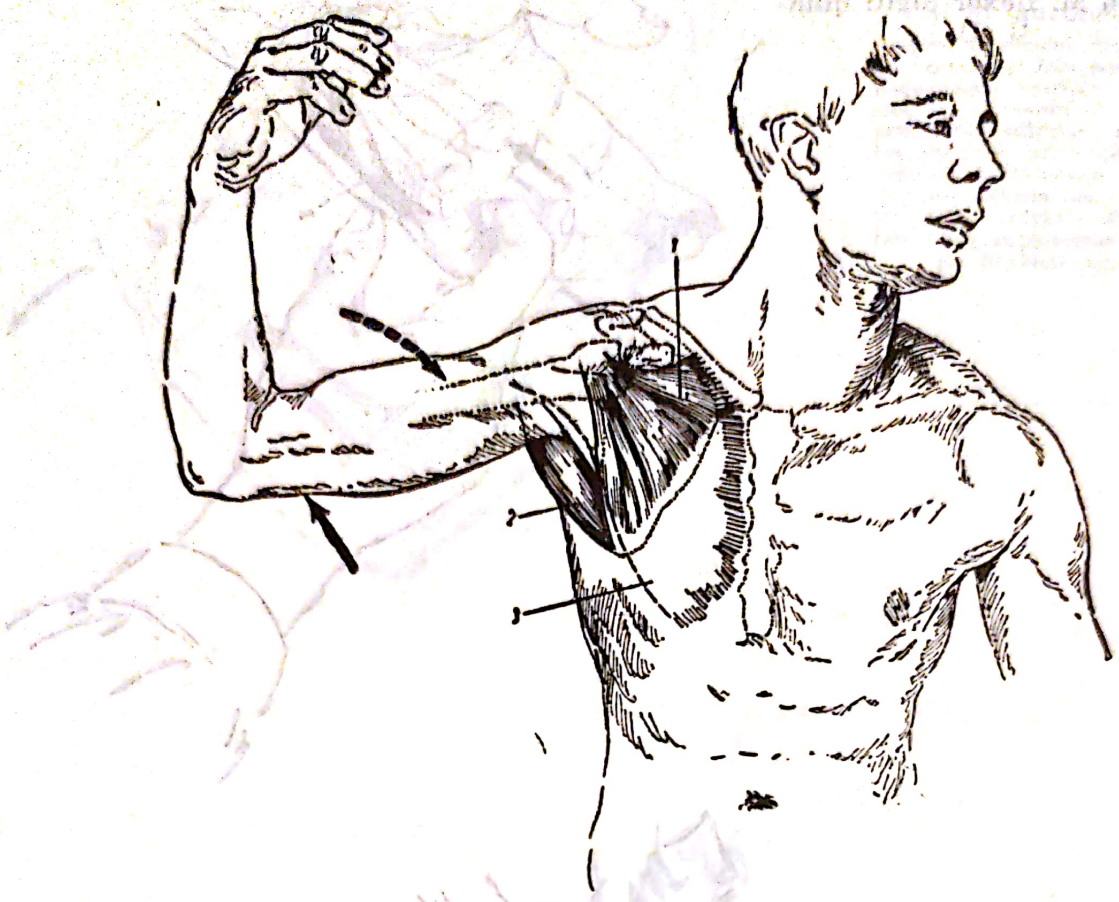


Fig. 378. M. rotatori interni ai umărului: subscapular, (1) mare pectoral, (3) mare rotund) (2)

Origine: subscapular: fosa subscapulară; rotund mare: marginea laterală scapula şi unghiul caudal; *Inserţie:* subscapular: trohin; rotund mare: şanţ bicipital (buza medială); *Acţiune:* Rotaţia internă a umărului;

Fig. 379 M. trapez S (pars orizontalis) (1)

Acţiune: deplasare dorso-medială a scapulei; *Fixare:* Este dată de extensorii cotului şi ai umărului; *Testare*:* Adducţia scapulei; *Presiune:* în sens opus adducţii scapulei.

Scanned with OKEN Scanner

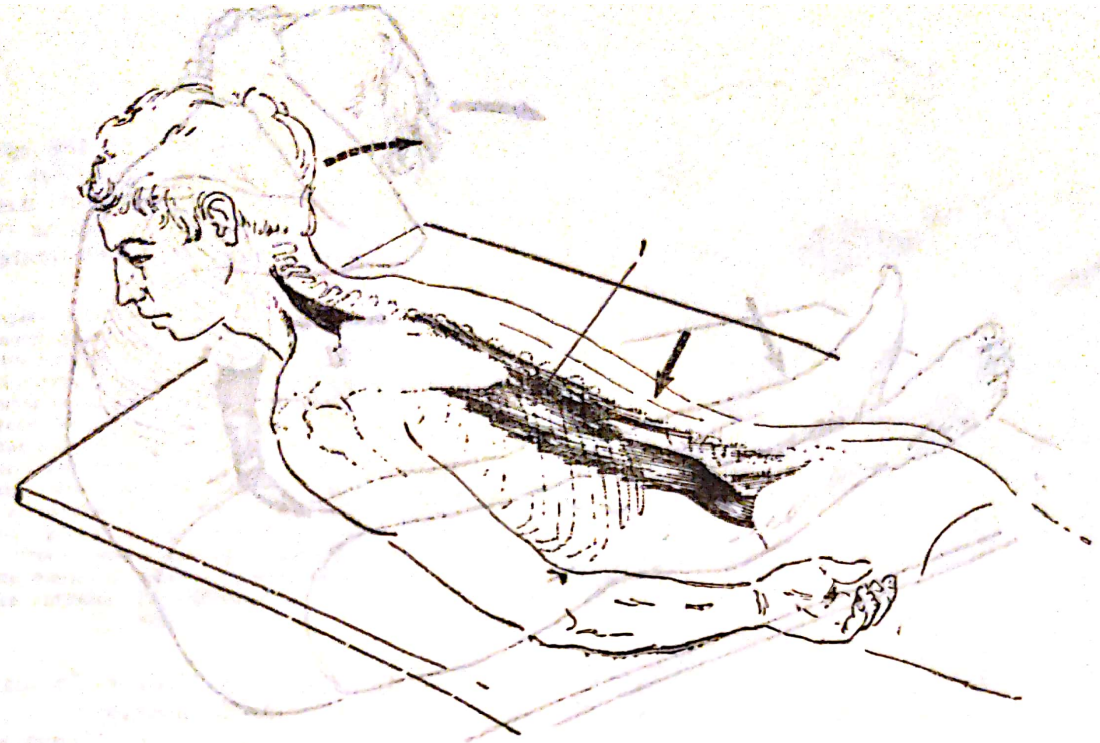


Fig. 380 Extensorii trunchiului (erectori trunci) (1)

Poziția: decubit ventral; *Fixare:* cu o mînă se fixează bazinul; *Testare:* extensia coloanei vertebrale prin ridicarea părții superioare a toracelui și capului de pe planul mesei. *Presiune:* este aplicată pe regiunea toracală inferioară.

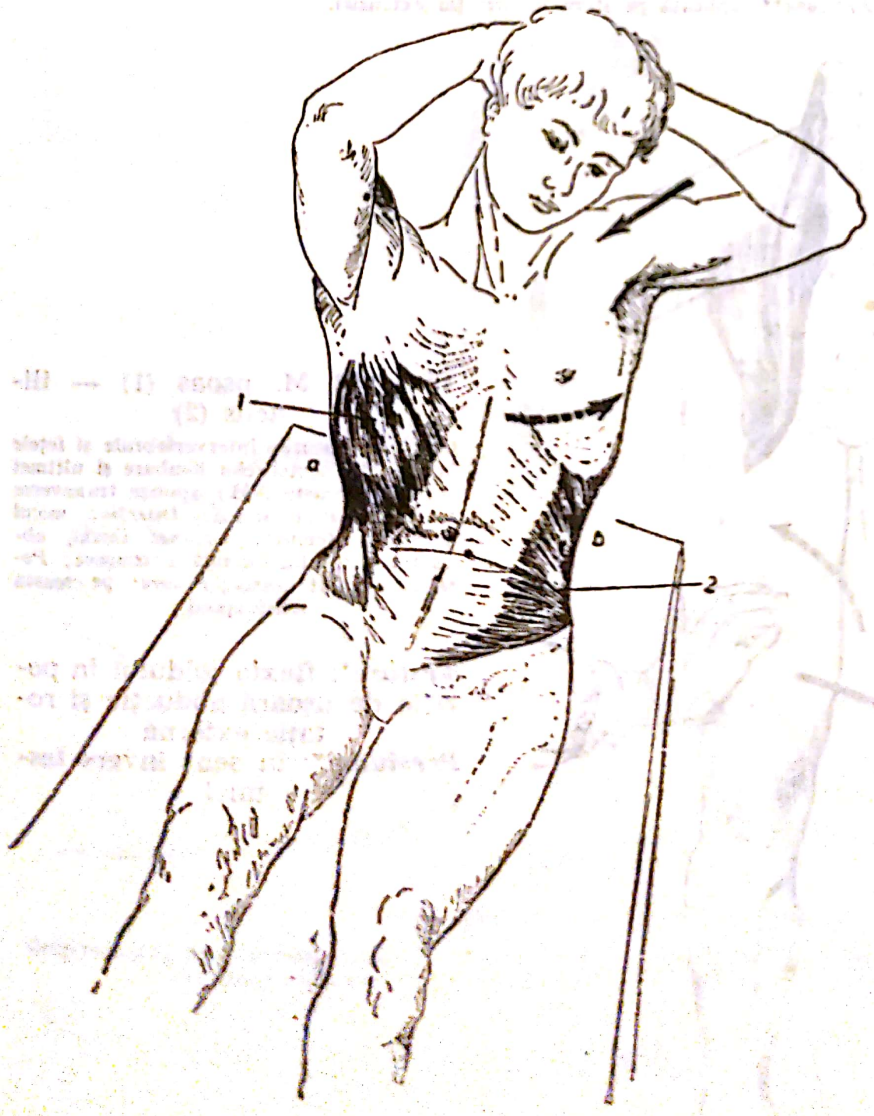


Fig. 381 Oblicul intern stg. (1) și oblicul extern dr. (2)

Origine: oblic extern: fața externă coasta IV–VIII; oblic intern: creasta iliacă; *Inserție:* oblic extern: creasta iliacă; oblic interior: linia albă; *Acțiune:* oblic extern: rotație de partea opusă a toracelui acțiune: acțiune inversă cu oblicul extern (oblicul intern de o parte și cel extern de partea opusă acționează sinergic); *Poziție:* Decubit dorsal; Fixare: Picioarele sînt fixate de examinator; *Testare*:* Flexia toracelui pe pelvis și rotarea lui anterioară spre stînga; *Presiune**:* pe umărul opus rotației

Scanned with OKEN Scanner

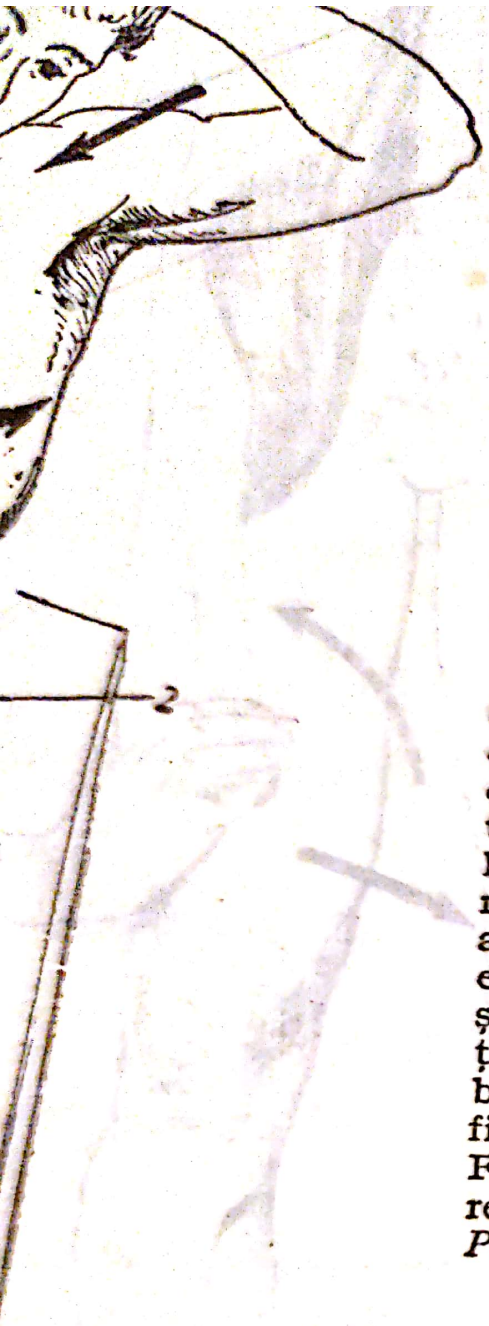


Fig. 381 Oblicul intern stg. (1) și oblicul extern dr. (2)

Origine: oblic extern : fața externă coasta IV—VIII; oblic intern: creasta iliacă; *Inserție:* oblic extern : creasta iliacă; oblic interior: linia albă; *Acțiune:* oblic extern : rotație de partea opusă a toracelui acțiune: acțiune inversă cu oblicul extern (oblicul intern de o parte și cel extern de partea opusă acționează sinergic); *Poziție*: Decubit dorsal; Fixare: Picioarele sînt fixate de examinator; *Testare*:* Flexia toracelui pe pelvis și rotarea lui anterioară spre stînga; *Presiune**:* pe umărul opus rotației

Scanned with OKEN Scanner

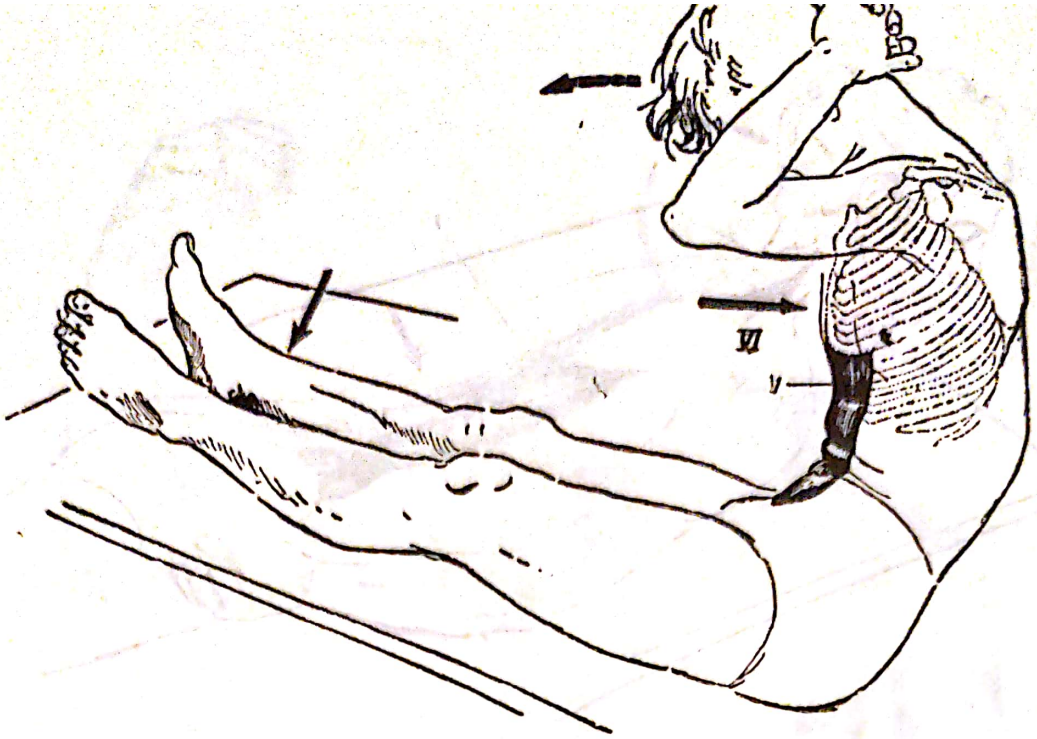


Fig. 382 M. drept abdominal (1)

Origine: pubis; *Inserţie;* apendicele xifoid; cartilajele coastelor V—VII; *Acţiune:* flexia trunchiului; *Poziţie:* Decubit dorsal; *Fixare:* Picioarele sînt fixate de către examinator pe masă; *Testare*:* Ridicarea trunchiului cu mîinile la ceafă; *Presiune**:* aplicată pe stern în direcţia extensiei.

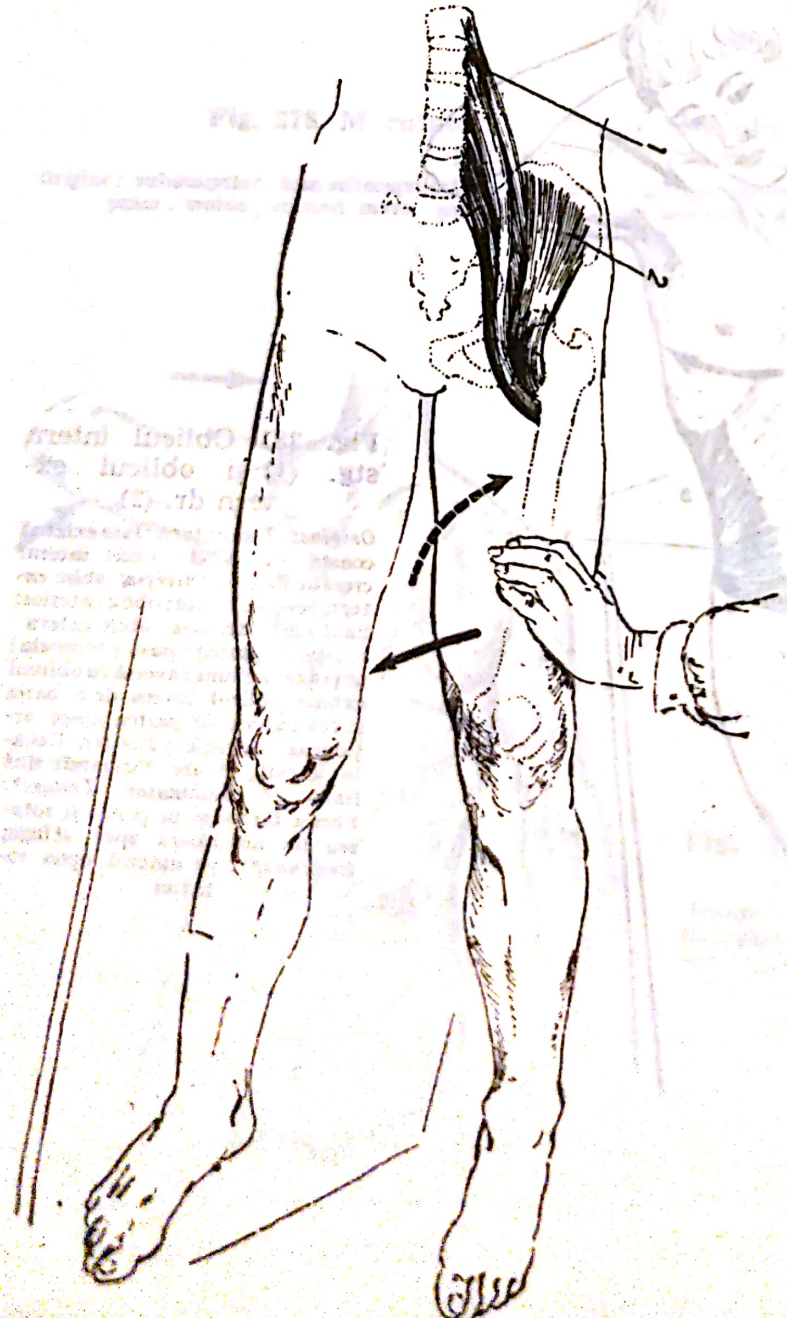


Fig. 383 M. psoas (1) — iliacus (2)

Origine: discurile intervertebrale şi feţele laterale ale vertebrelor lombare şi ultimei toracale; coasta XII; apofize transverse lombare; fosa iliacă; *Inserţie:* micul trohanter (femur); *Acţiune:* flexia, abducţia şi rotaţia laterală a coapsei; *Poziţie:* decubit dorsal; *Fixare:* pe creasta iliacă opusă;

*Testare**: flexia şoldului în poziţie de uşoară abducţie şi rotaţie externă

*Presiune***: în sens invers testării

Scanned with OKEN Scanner

tilajele coastelor V—VII; *Acţiune:* flexia trunchiului; ...
re examinator pe masă; *Testare*:* Ridicarea trunchiului cu mîinile la
aplicată pe stern în direcţia extensiei.

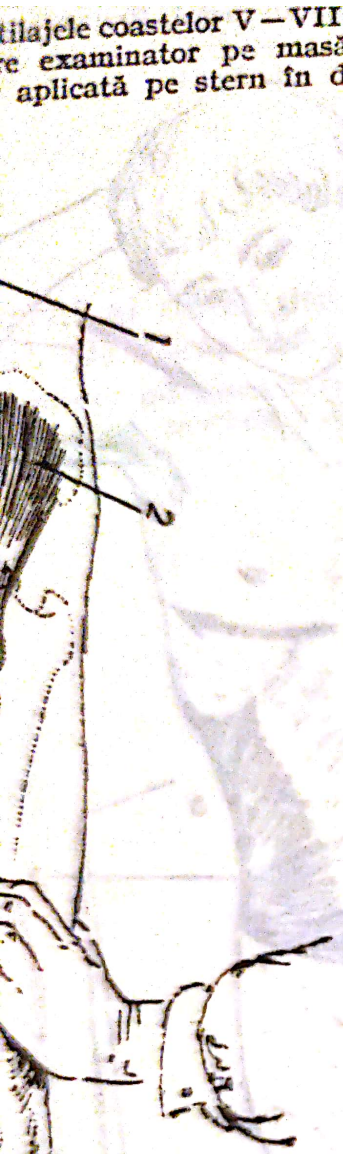


Fig. 383 M. psoas (1) — iliacus (2)

Origine: discurile intervertebrale şi feţele laterale ale vertebrelor lombare şi ultimei toracale; coasta XII; apofize transverse lombare; fosa iliacă; *Inserţie:* micul trohanter (femur); *Acţiune:* flexia, abducţia şi rotaţia laterală a coapsei; *Poziţie:* decubit dorsal; *Fixare:* pe creasta iliacă opusă;

*Testare**: flexia şoldului în poziţie de uşoară abducţie şi rotaţie externă

*Presiune***: în sens invers testării

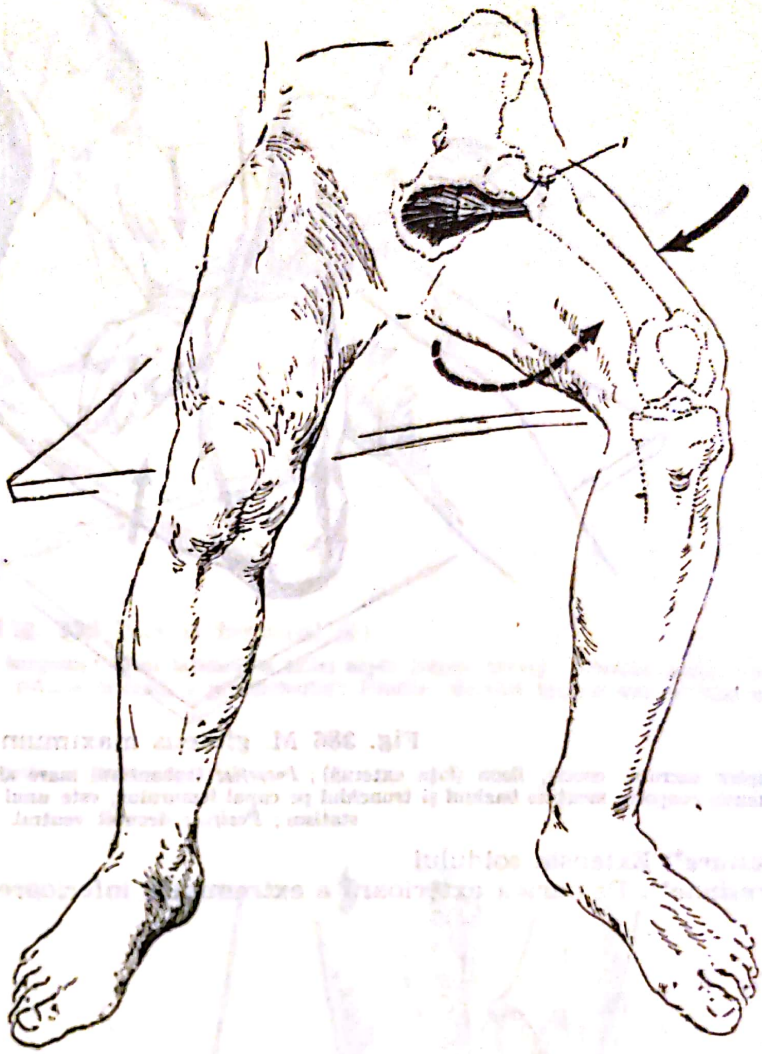
Scanned with OKEN Scanner

Fig. 384 M. rotatori externi ai şoldului (obturator intern (obturator internus) (1) şi extern (externus) (2) pătrat femoral, cvadriatus fermoris) (3))

Origine: obturator intern: marginea internă găurii obturate (coxal); obturator extern: marginea externă a găurii obturate; patrat femoral: tuberozitatea ischiadică; *Inserţie:* obturator intern: fosa trohanterică (femur) obturator extern. fosa trohanterică (femur); patrat femoral: creasta intertrohanterică; *Acţiune:* rotaţia externă a şoldului (la acţiune şi pot contribui: gluteul mic şi tensor fascia lata); *Poziţie:* şezîndă, genunchii atîrnînd peste marginea mesei; *Fixare:* greutatea corpului dă stabilitatea necesară.

Testare:* rotaţia internă a piciorului

*Presiune**:* în sens invers testării



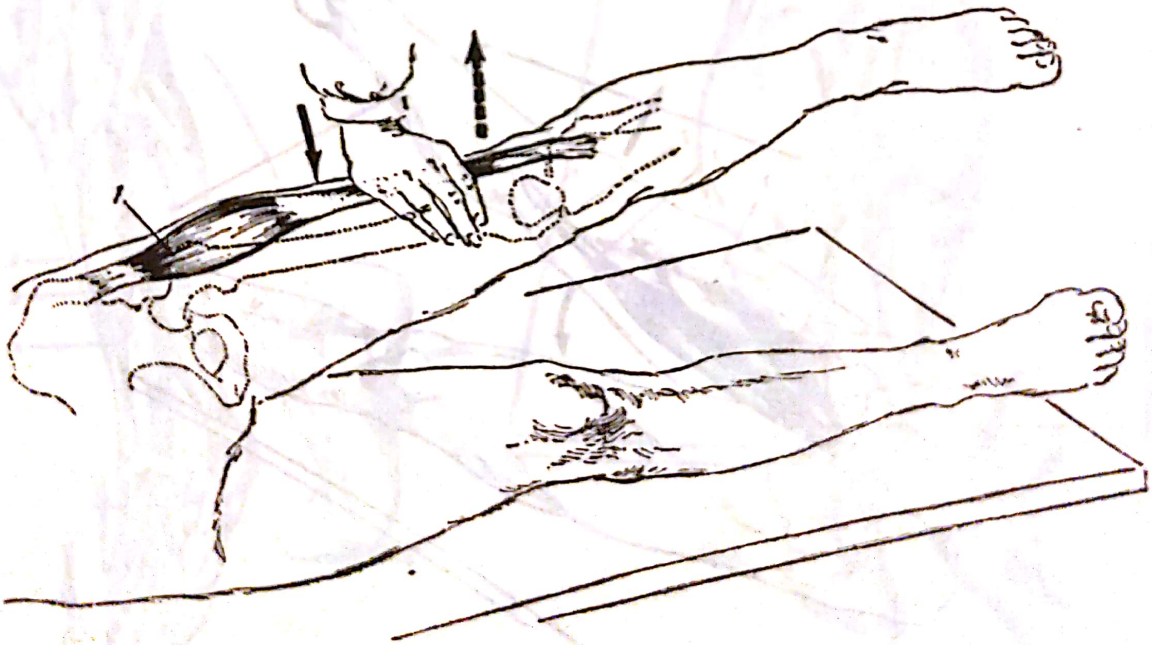


Fig. 385 M. tensorul fasciei late (1)

Origine: spina iliacă antero-superioară, creasta iliacă (treimea laterală); *Inserţie:* tuberculul lui Gerdy (tibie); *Acţiune:* flexor abductor şi rotator medial al coapsei (este şi un tensor al tractului ilio-tibial).

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 384 M. rotatori externi ai șoldului (obturator intern (obturator internus) (1) și extern (externus) (2) pătrat femoral, cvadriatus fermoris) (3))

Origine: obturator intern: marginea internă găurii obturate (coxal); obturator extern: marginea externă a găurii obturate; patrat femoral: tuberozitatea ischiadică; *Inserție:* obturator intern: fosa trohanterică (femur) obturator extern. fosa trohanterică (femur); patrat femoral: creasta intertrohanterică; *Acțiune:* rotația externă a șoldului (la acțiune și pot contribui: gluteul mic și tensor fascia lata); *Poziție:* șezîndă, genunchii atîrnînd peste marginea mesei; *Fixare:* greutatea corpului dă stabilitatea necesară.

*Testare**: rotația internă a piciorului

*Presiune***: în sens invers testării

Scanned with OKEN Scanner

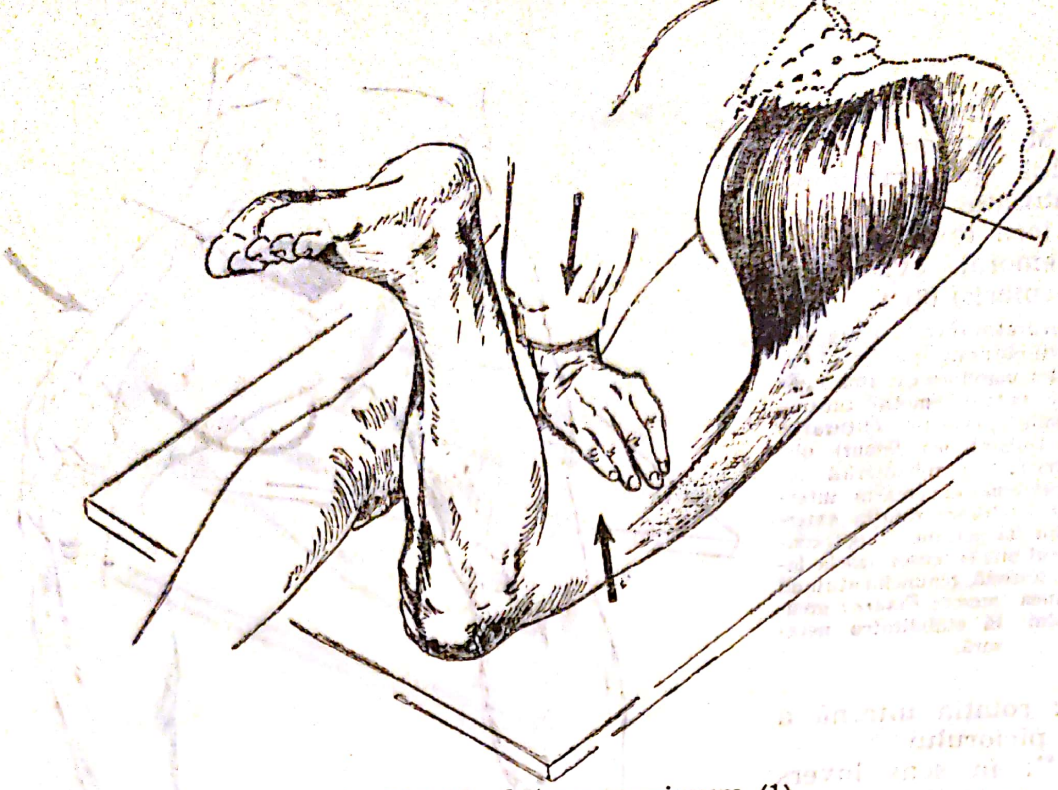


Fig. 386 M. gluteus maximum (1)

Origine: sacrum, coccis, ileon (faţa externă); *Inserţie:* trohanterul mare al femurului, tractul ilio-tibial; *Acţiune*; extensia coapsei; menţine bazinul şi trunchiul pe capul femurului; este unul din principalii muşchi solicitaţi în ortostatism; *Poziţie:* decubit ventral.

*Testare**: Extensia şoldului
*Presiune***: Pe partea exterioară a extremităţii inferioare a coapsei în jos.

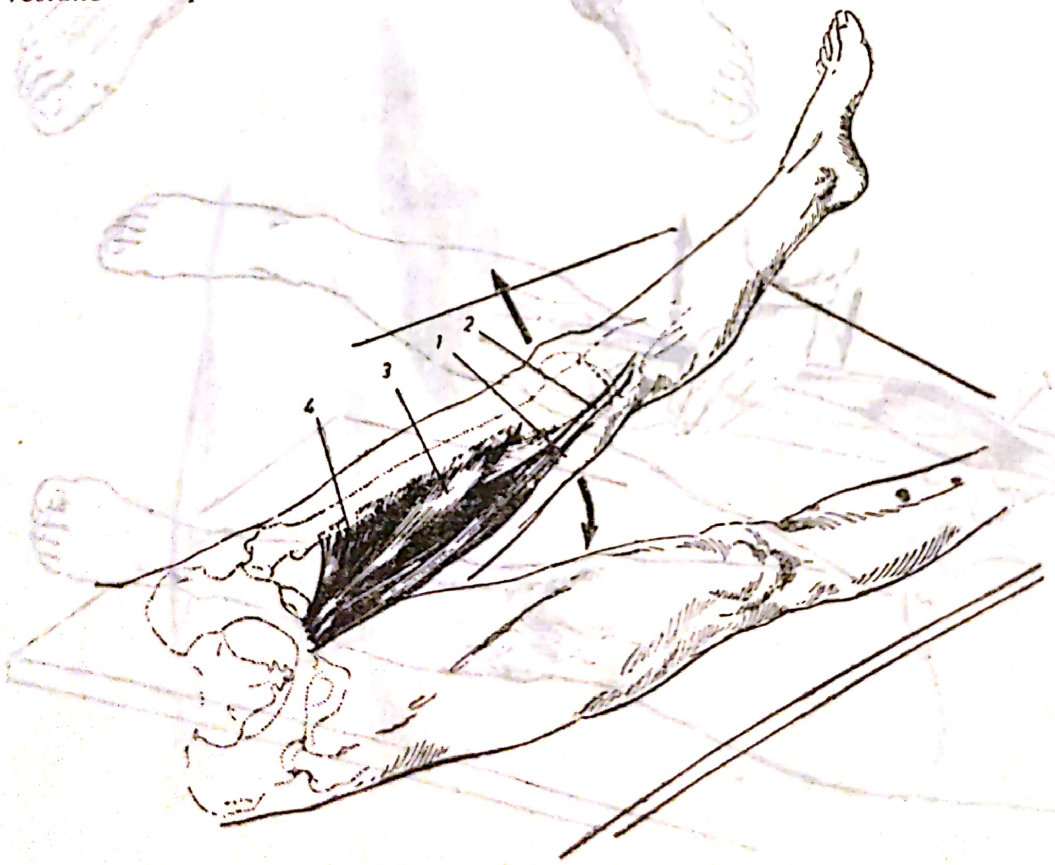


Fig. 387 M. Adductori ai coapsei (adductor magnus, (1) aductor brevis, (2) adductor longus (3) şi gracilis (4))

Origine: gracilis (dreptul intern): jumătatea inferioară a corpului pubisului; *adductor longus* (adductorul lung): pubis *aductor brevis* (adductorul scurt): pubis; *adductor magnus* (adductorul mare): pubis, ischion, tuberozitatea ischiatică *Inserţie: adductor longus:* linia aspră a femurului (treimea inferioară); *adductor brevis:* trohanter mic; *adductor magnus* linie aspră femur, *gracilis:* faţa medială a diafizei tibiale *Poziţie:* decubit cu picioarele întinse.

*Testare**: Adducţia gambei
*Presiune***: Pe partea medială a treimei inferioare a coapsei în direcţia opusă testării.

Scanned with OKEN Scanner

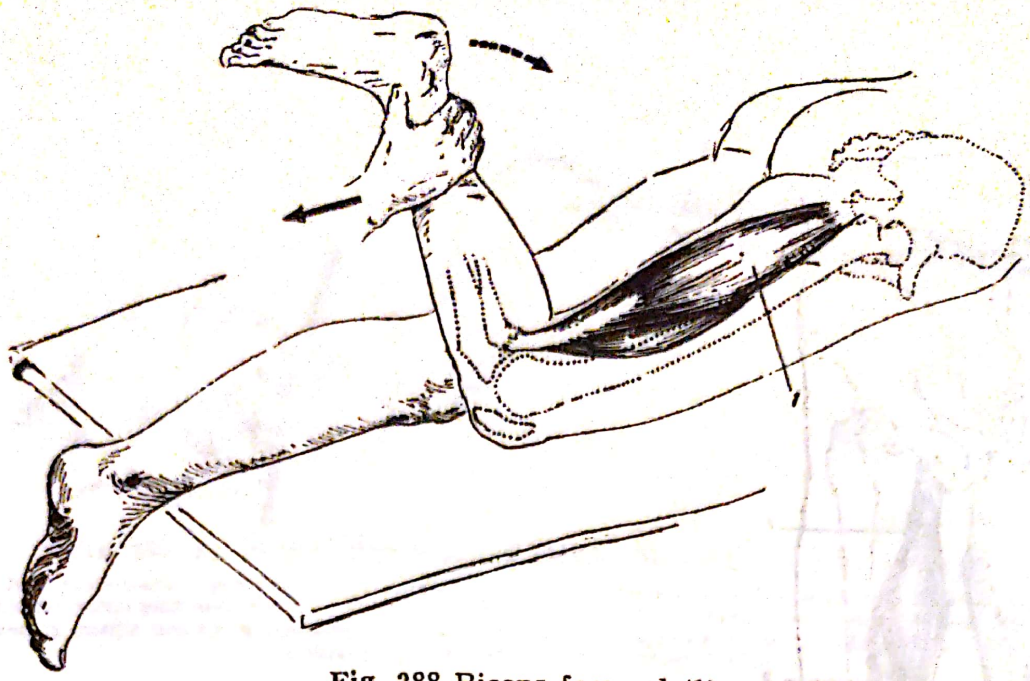


Fig. 388 Biceps femoral (1)

Origine: tuberozitatea ischiodică (caput longum); buza laterală a liniei aspre (caput breve); *Inserție:* capul peroneului (fibulei); *Acțiune:* flexia gambei; rotația laterală a genunchiului; *Poziție:* decubit ventral sau ortostatism.

*Testare**: Flexia genunchiului
*Presiune***: În direcția de extensie a genunchiului

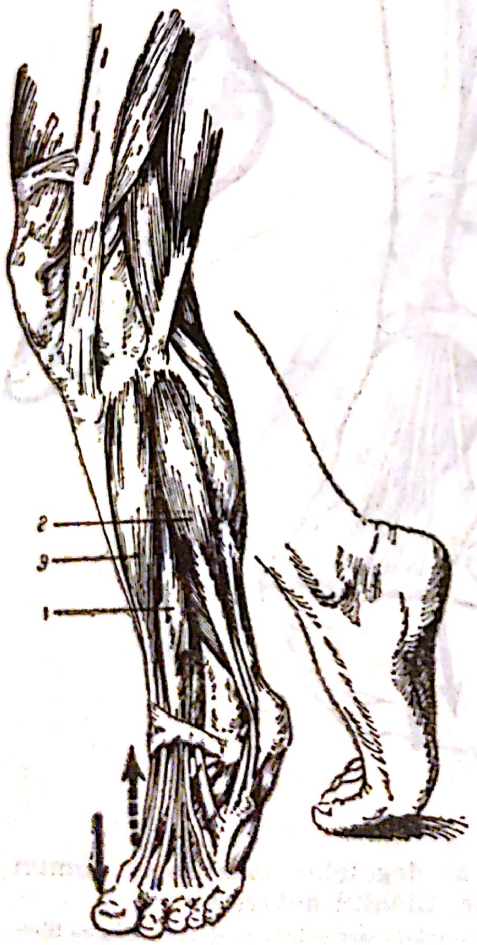


Fig. 389 M. flexori plantari ai gleznei și ai piciorului

Origine: m. flexor comun al degetelor: fața posterioară a diafizei tibiale; m. tibial posterior: fața posterioară a diafizei tibiale; *Inserție:* m. flexor comun al degetelor: baza falangei distale a degetelor *2*, *3*, 4, 5; m. tibial posterior: osul scafoid (navicular).

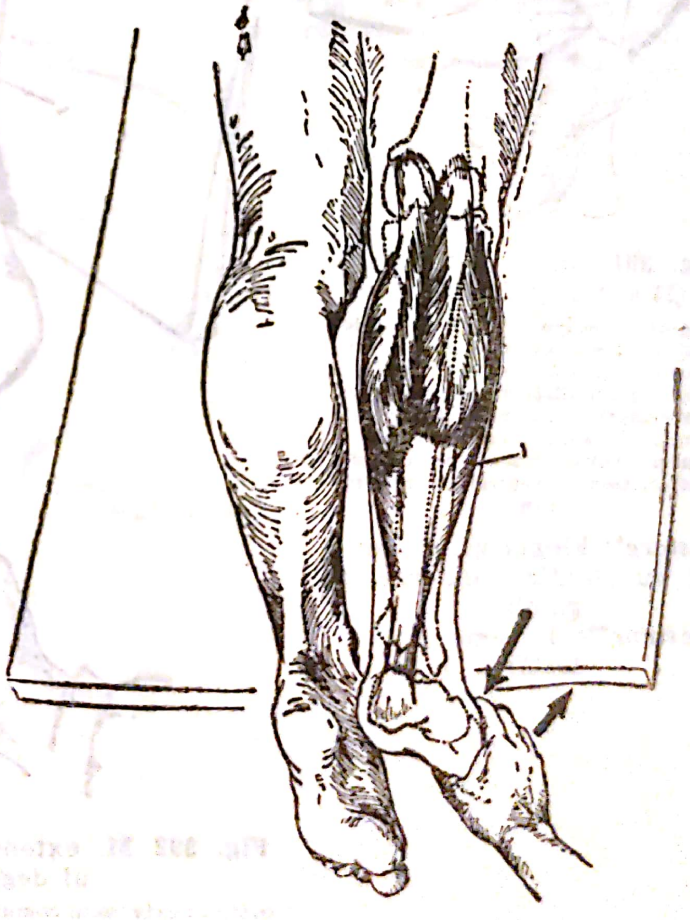


Fig. 390 M. triceps sure (1)
(m. gastrocnemius-gemenii, m. soleus-solearul)

Origine: fața posterioară a condililor femorali (m. gemeni) linia oblică de pe fața posterioară a tibiei; peroneu (m. solear); *Inserție:* calcaneu; *Acțiune:* flexia gambei pe coapsă; extensia plantei; *Poziția:* decubit ventral; *Testare:* flexia plantei sau extensia gambei pe coapsă; *Presiune:* în sens invers testării.

Scanned with OKEN Scanner

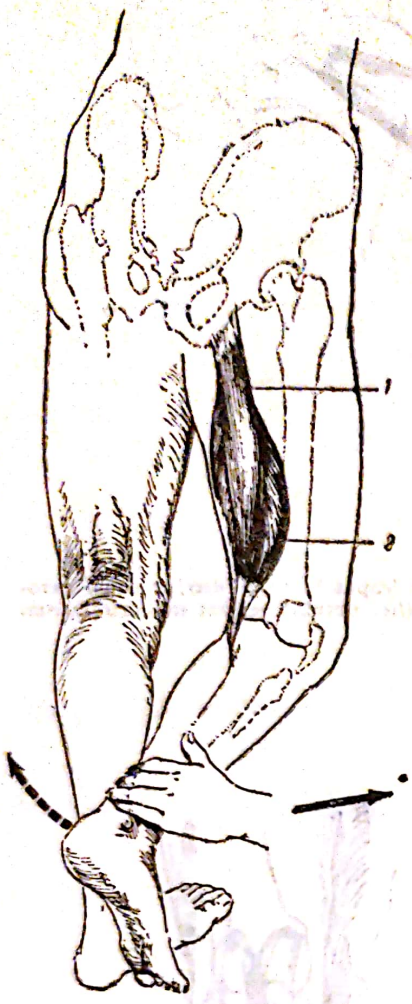


Fig. 391. M. semitendinos, (1) semimembranos (2)

Origine: semitendinos: tuberozitatea ischiatică; semimembranos: tuberozitatea ischiadică; *Inserție:* semitendinos: fața medială a diafizei tibiale; semimembranos: condilul medial femural; *Acțiune:* rotația medială a gambei; flexia gambei pe coapsă; *Poziție:* Decubit ventral sau ortostatism.

Testare:* Flexia genunchiului cu rotația externă a gambei

*Presiune**:* În sens invers testării

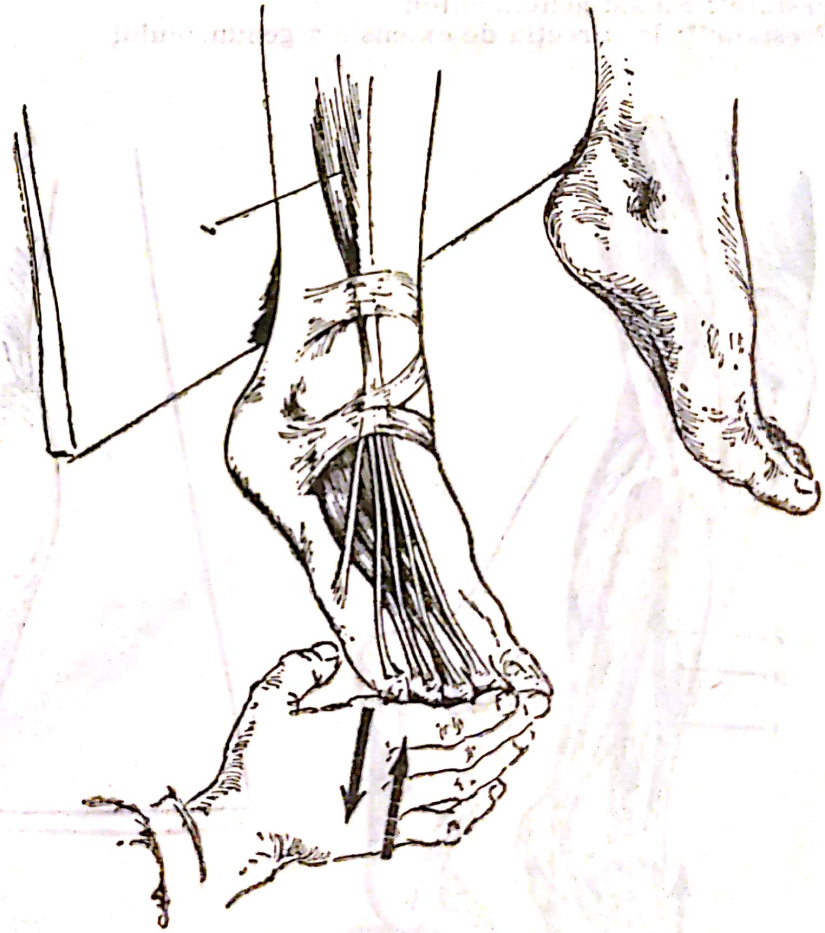


Fig. 392 M. extensori ai degetelor extensorul comun al degetelor, tibialul anterior)

Origine: extensorul comun al degetelor: condil lateral al tibiei; diafiza fibulei; tibialul anterior: condil lateral al tibiei, fața anterioară laterală a tibiei (2/3 superioară; *Inserție:* extensor comun al degetelor: falangele mijlociu și distală a degetelor 2, 3, 4, 5; tibialul anterior: cuneiformul 1; metacarpianul *1*. *Poziție:* decubit dorsal; *Fixare:* se fixează articulațiile metatarso-falangiene în poziție neutră; *Testare:* Extensia interfalangiene a ultimelor *4* degete; *Presiune:* împotriva suprafeței distale a falangelor în direcția flexiei plantare.

Scanned with OKEN Scanner

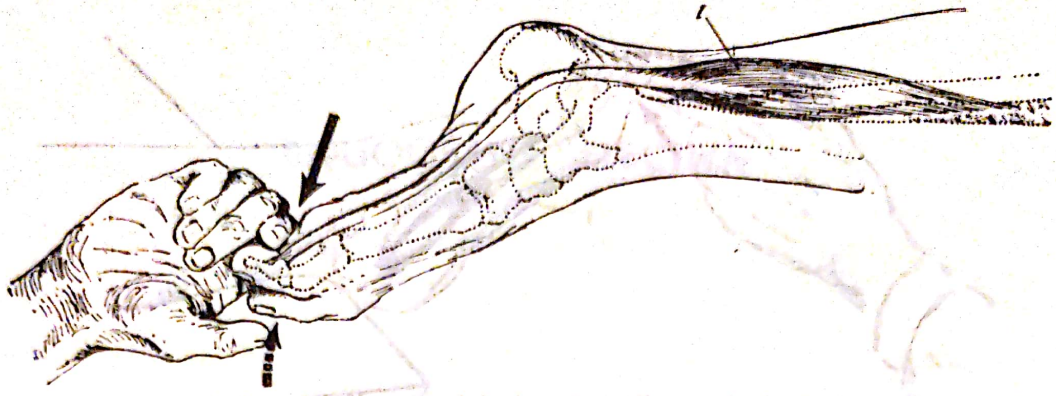


Fig. 393. M. lungul flexor al halucelui (flexor halucis longus) (1)

Origine: faţa posterioară a peroneului (2/3 inferioare); *Inserţie:* falanga distală a halucelui; *Acţiune:* flexia halucelui; menţinerea boltei plantare; *Poziţia*: decubit dorsal sau ortostatism; *Fixare:* Examinatorul fixează artic. metatarsofalangiană în poziţie neutră, menţinîndu-şi o poziţie neutră şi a plantei şi gleznei; *Testare*: Flexia falangei distale a halucelui; *Presiune:* în sens contrar testării.

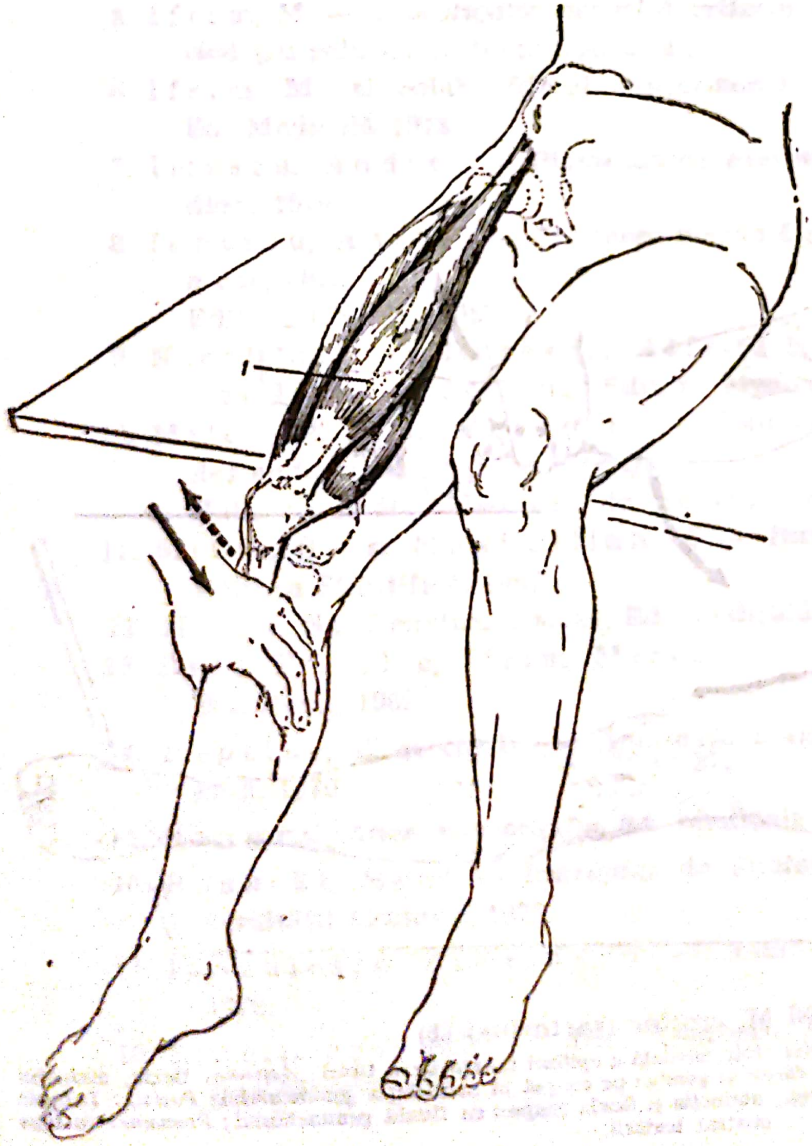


Fig. 394 Quadricepsul femoral (1) (m. drept anterior, vast medial vast lateral, vast intermediar)

Origine: dreptul anterior pe spina iliacă antero-inferioară şi pe marginea acetabulară; *Inserţie:* tuberozitatea anterioară a tibiei; *Acţiune;* în articulaţia coxofemorală: flexia coapsei pe bazin în articulaţia genunchiului: extensia gambei pe coapsă; *Poziţia:* Şezînd cu genunchii aplecaţi peste marginea mesei sau ortostatism; *Fixare:* trunchiul oferă fixarea, în caz contrar poziţia va fi în decubit dorsal. *Testare:* extensia genunchiului; *Presiune:* în direcţia flexiei.

Scanned with OKEN Scanner

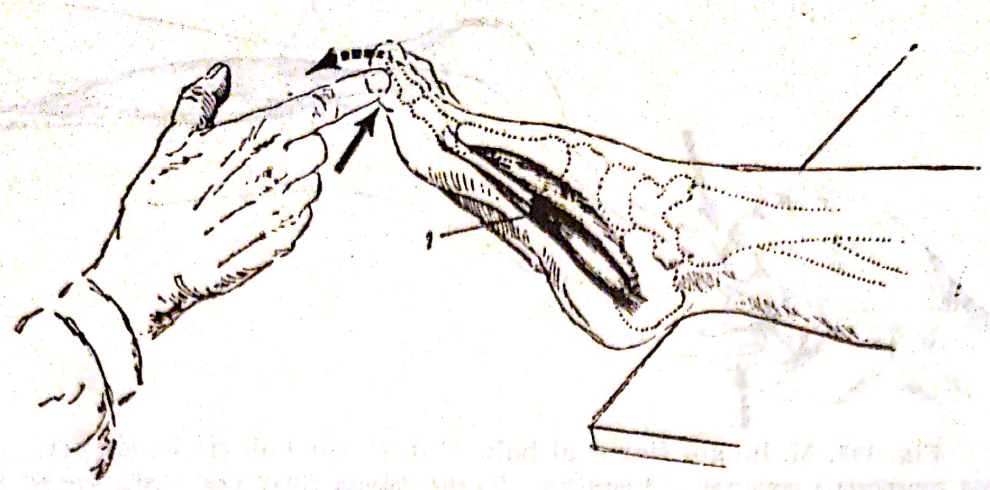


Fig. 395 M. abductor al halucelui (1)

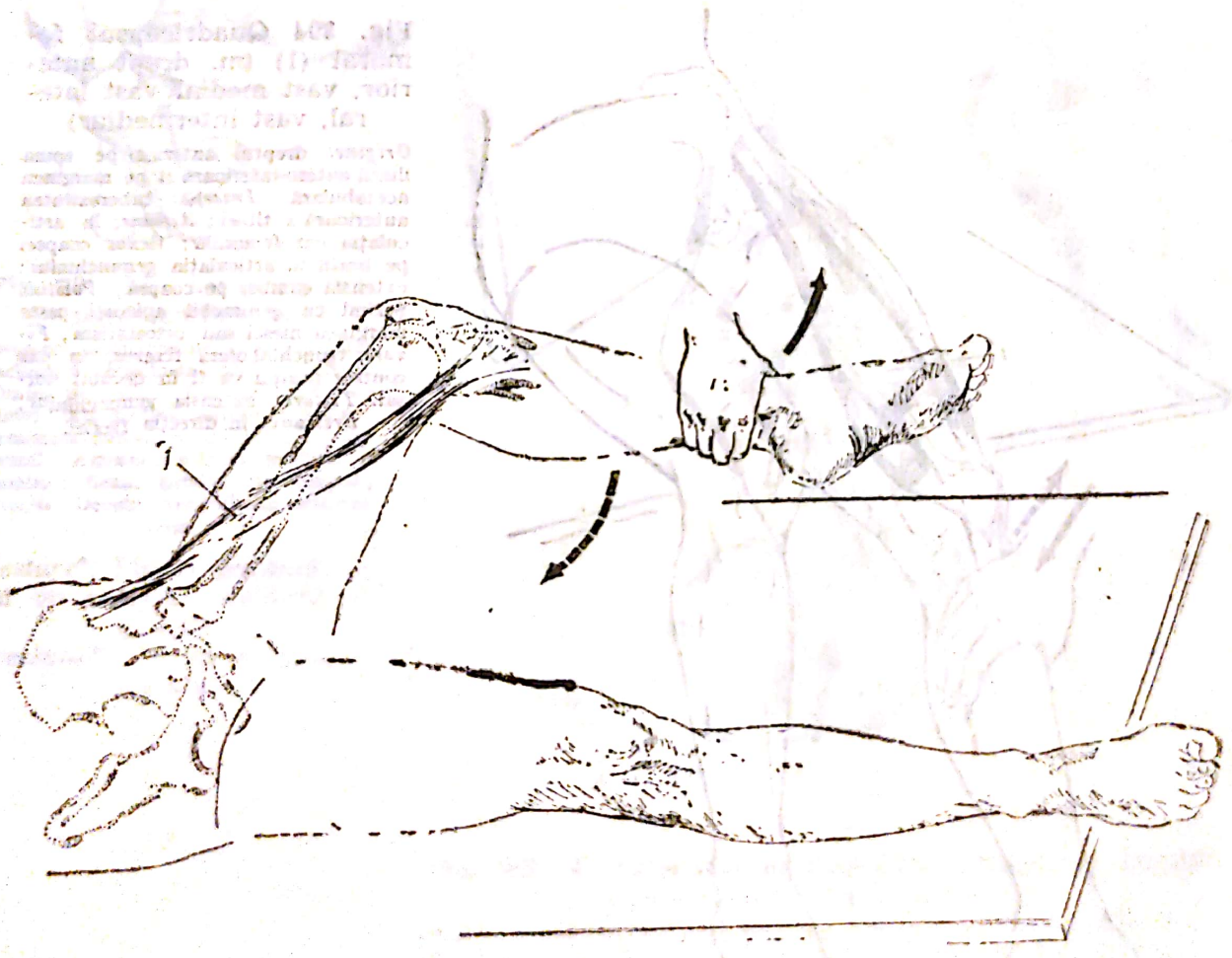


Fig. 396 M. croitor (sartorius) (1)

Origine: spina iliacă antero-superioară; *Inserție:* fața medială a epifizei proximale a tibiei; *Acțiune:* flexia, abducția și rotația externă în articulația coxofemurală, flexor al gambei pe coapsă în articulația genunchiului; *Poziție:* Decubit dorsal sau ortostatism; *Testare:* rotația externă, abducția și flexia coapsei cu flexia genunchiului; *Presiune:* în sens contrar testării.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Andronescu, A. — *Anatomia copilului*, Editura didactică și pedagogică, 1970.
2. Barnier, Lucien — *L'analyse des mouvements* (theme I et II) Presse Universitaires de France, 1955.
3. Drăcea, Ioan — *Genetica*, Editura didactică și pedagogică, 1970.
4. Demeter Andrei, *Bazele fiziologice ale educației fizice școlare*, Ed. Stadion 1974.
5. Ifrim, M. — *Investigația genetică criteriu esențial în selecția sportivă* (cu referire la bolta plantară).
6. Ifrim M. și colab. *Riscul malformativ în reproducerea umană*, Ed. Medicală 1978.
7. Iliescu, Andrei — *Biomecanica exercițiilor fizice*. Editura Stadion, 1970.
8. Ionescu, Adrian — *Creșterea normală și dezvoltarea armonioasă a corpului.* Editura CNEFS, 1967.
9. Nicolau, Ioan Rusescu, Alfred și Constantinescu, Corneliu — „*Pediatria*" Editura Medicală, 1960.
10. Milcu, Șt. et Ulmeanu, Fl. — *Contribution a l'étude des glandes endocrines chez les sportifs.* Bull. Societății Medicale de Educație Fizică nr. 3/1936.
11. Milcu, Șt. și Maximilian, C.— *Introducere în antropologie.* Editura Științifică, 1967.
12. Milcu, Șt. *Genetica umană*, Ed. Medicală 1966.
13. Riga Th. Ilie, Ifrim Mircea — *Anatomie aplicată* I.M.F. București, 1969.
14. Repciuc, E. și colab. — *Anatomia omului*, vol. I. Editura Medicală, 1970.
15. Ranga V. *Anatomia omului* Ed. Medicală 1975.
16. Robacki, Raul — *Îndreptar de anatomie pe viu*, Editura Universității Craiova, 1973.
17. Ianculescu Alexandru — *Anatomia omului.* Ed. Medicală 1978.
18. Sinelnicov, R.D. — *Atlas anatomii celoveca.* Izdatelstvo Meditina Moscva, 1973.

Scanned with OKEN Scanner

19. Tittel, K. — *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen.* Veb Gustav Fischer Verlag, Jena, 1963.
20. Papilian, V. V. — Histologie — Editura Dacia, Cluj, 1976.
21. Maros, Tiberiu — *Curs de anatomie* — Ed. I.M.F. Tg. Mureș, 1968.
22. Albu, Ioan — *Curs de anatomie* — Ed. I.M.F. Cluj 1974.
23. Baciu, Ioan — *Fiziologia omului* — Ed. Medicală 1975.
24. Preda, Victor — *Embriologie* — Sibiu, 1970.
25. Menkes, B. — *Curs de biologie generală* — Ed. I.M. Timișoara, 1960.
26. Pop D. Popa, Ioan — *Patologia arterelor* — Ed. Medicală, 1968.
27. Dimlescu, Victor — *Curs de anatomie* — Ed. I.M. Timișoara 1976.
28. Șiclovan, Ioan — *Pedagogia și metodica educației fizice și sportului* — Ed. Did. Pedagogică, 1974.

ANATOMY AND BIOMECHANICS OF PHYSICAL TRAINING AND SPORTS

(S u m m a r y)

The anatomy and biomechanics of physical training and sports represent a field in the framework of the biological sciences which has as object of study the functional structures of the human body, as well as the way in which these structures achieve the different forms of motion characteristic of the human being.

Motion is the very form of existence of matter; between motion and matter there is a dialectic relationship, of reciprocal conditioning, that brings about the various changes in the human body.

The complexity of the different forms of motion of the matter reflects essentially the evolution itself of living beings. Thus, the first forms of motion, i.e. the mechanical, physical and chemical forms which condition the mechano- and chemomorphoses, lead to the biological motion, wich comprises also the simple forms of motion, conditioning at the same time the biomorphoses. With the appearance of the human being, motion acquires higher forms, materialized in all processes of anthropomorphosis, as well as in the activity of the central nervous system, represented by the thought, a form of motion of matter peculiar only to man.

The anatomy and biomechanics of physical training and sports deal with the human motor actions considered as a system. Within this system intervene both the component parts of the locomotor apparatus (bones, muscles, joints) and the central nervous system, as well as the internal organs. All the apparatuses and systems making up the constitution of the human organism are sollicited and form a unitary complex that conditions the motoricity.

In this context are approached the mechanical and biological causes of the formation of movements, the peculiarities of their performing, the optimum means and conditions for the execution of motor actions.

Considered from this point of view, the anatomy and biomechanics of physical training and sports find their applicability also in a series of branches of the biological sciences, such as: industrial medicine, space biology, medical physical training. At the same time, a scientific guidance of the sports training, the obtention of performances, the carrying out of the physical training and sports activity at different levels of the educational system, cannot be conceived nowadays without a thorough knowledge of biomechanics.

Scanned with OKEN Scanner

In accordance with this vision, the present book deals in its first part with the general problems specific to the anatomy and biomechanics of physical training and sports, in relation with the optimum constitutional type for different branches of sports, with the anatomical age peculiarities of the human body, with the functional structures strained during the sports effort, with the notions of anatomy in vivo directly applicable in sports practice.

Thus, as regards the constitutional type, the work emphasizes the importance for the sports practice of the knowledge of its geno- and paratypical components, since the successful practising of sports disciplines depends on the developing of certain innate or acquired qualities. Likewise, the selection of sportsmen must be done on the basis of scientific criteria among which the genetic investigation should have a great weight. The very methodology and development of the training must rely on a thorough knowledge of the constitutional type, of the genetic potential of the body, so as to obain, by the converging and guided action of the enviroment agents (physical effort, food, climate), a maximum of sport efficiency.

Recent researches described in the book prove that each organism represents a biochemical individuality, since the homeostatic constants, the enzymes, the endocrine configuration, vary from one individual to another.

Without denying the role of the environment, which is peculiarly important both through its paratypical influences that manifest themselves on the cytoplasm end lead to summations, and through its direct actions exerted on the nuclear enzymatic staffing and, as a corollary, through the appearance of mutation due to code inversion by cybernetic reafferentation — we must emphasize the great importance of the genotype, that plays an obvious part in the conditioning of human individuality. The reception of environment influences depends to a great extent on the hereditary gene configuration. The results of the training and particularly the achievement of performance parameters in sports depend in a proportion of 50% at least on the hereditary background.

The knowledge of this hereditary background implies four stages which should become compulsory for selection and training in sports:

1. The biochemical analysis of the constitutional type, able to provide corollary informations on the genetic configuration of the individual.

This investigation is of an utmost importance. We mention as an exemple that the potential rate of insuline production, an important factor in sports efficiency, varies within very large limits, of 40%, mainly due to hormonal interrelations, like between hypophysis, thyroid, adrenal gland and liver.

We also emphasize that each normal individual has a specific endocrine constitutional type, based on the anatomical, functional and biochemical peculiarities of each gland and on intricate equilibriums between different endocrine factors within very large limits (ratio 1/10). The knowledge of these individualities, corollary of the gene structure,

Scanned with OKEN Scanner

is of an utmost importance for the carrying out with a maximum efficiency of sports training.

2. The karyotype determined through current methods or with labelled thymidine.

3. The family inquiry correlated with the somato-physiological characteristics of the individual. In this respect, the study of pedigree, correlated with anthropometrical characteristics, offers important data about the biological potential of the individual. Likewise, in the same framework is established also the constitutional type.

A most valuable method is that of investigation of twins, which consists in the study of the evolution of morphological and functional characters in monozygotic twins by comparison with dizygotic ones. This method permits an appreciation of the hereditary conditioning of some morphofunctional characters, on the basis of the differences between the twin partners.

4. The investigations at the level of populations, likewise, point out important peculiarities of the human body, in dependence on the pedoclimatic conditions that have acted upon subsequent generations.

The book contains then a description of the main biotypes, stress beind laid on the endocrine conditioning of the constitutional type.

As regards the endocrine biotypology, which is very important for the study of the morphofunctional potential of the sportsman, we emphasize, however, that rather than a clearcut delineation of the glandular types there exists a certain endocrine prevalence, integrated in a complex equilibrium, able to condition certain somato-physiological peculiarities. Thus, the researches of Milcu show the dominant intervention of some glands and the subdominant part of others in determining the constitution of the body, fact that accounts for the notion of pluriglandular constitutional types.

The knowledge of the constitutional type and its correlating with the biochemical individuality of each human being, genetically and paratypically conditioned, make up the basic elements for the guiding of the sports activity on the basis of scientific criteria, which fully disclose the whole morpho-physiological capacity of the human body.

In another chapter are described the age peculiarities of the human body, correlated with the optimum possibilities of practising different sport disciplines.

In the light of the most recent data of biochemistry, biophysics and neurophysiology, the concept of functional structure is amply developed, with direct references to the anatomy and biomechanics of physical training and sports. Then, taking into account the latest results of the histophysiological researches, the main functional structures of the human organism are described in correlation with the physical exertion to which they are exposed: the osteon, the striated and smooth muscle fibre, the pulmonary alveolus, the heart muscle, the intestinal villus, the nephron, the acinus hepatis.

The systematization of this first part of the book has in view the description of the human organism as a biomechanical system of cybernetic self-conduction, stress being laid on the feed-back mechanisms,

Scanned with OKEN Scanner

which assure the co-ordination of movements. In this framework are described in a functional conception the locomotor apparatus and the nervous system; homeostasis and its morphophysiological substrate hold an important place in these chapters. Likewise, the functional muscle groups and the movements from joints are described in detail.

Another basic chapter deals with notions of anatomy in vivo, of direct applicability to sports practice.

Introduced in our country by Fr. I. Rainer (1874—1944) and developed by his pupils, it contributes to a better understanding of the connections and interdependence between shape and function, substituting the static conception by a dynamic one in the assimilation of anatomic data.

Anatomy in vivo is used in the general study of the body's shapes, postures and movements. Anatomy in vivo also proves to be useful in the study of morphological changes of the body, conditioned by its growth and development, and is of a great utility in the scientific guidance of all activities of physical training and sports.

In the same chapter are described the main anthropometric techniques, which allow an objective evalution of the effects exerted by physical training and sports upon the organism.

In the second part of the book, the human body is presented as a biomechanical system. The mechanism, conditions and laws of performing the movements are presented under all aspects, with reference to the morphological and biochemical processes which condition them.

The general methodology of the biomechanical analysis holds an important place.

The biomechanical analysis is essentially a complex study about the somatic-visceral and environmetal factors which interfere with the carrying out of a motor action, about the interrelations established between them, their way of participation and their effects exerted in the human organism conceived as a whole.

The goal of this analysis is to find out the ways of optimizing the movements, so that a maximum sporting efficiency might be achieved.

The biomechanical analysis includes in its content the following more important sections: the mechanical, the muscular, the functional and the pedagogical analysis.

I. The mechanical analysis consists, in its turn, of a descriptive and a critical analysis.

1. The descriptive analysis includes:

a) The defining of the attitude, by establishing the supporting base of the body and the position of the different body segments against each other;

b) The determination of the following elements:

— the external forces which are to be overcome, respectively the external resistances and the weight of the body segments, conditioned also by their position in space, by establishing the direction, the value and the body area involved;

— the conditions of maintaining the balance;

— the distribution of pressures on the supporting points;

Scanned with OKEN Scanner

— the direction and value of the unbalancing actions;
— the lever actions met.

2. The critical analysis, the content of wich is defined by the following elements:

a) the finding out of the more frequent errors that break the law of the maximum voluntary effort, which regulates the maintaining of the attitude;

b) the establishing of the possible adaptations to be brought about in the way of carrying our the motor action in dependence on the morphological constitutional type of the sportsman.

II. The muscular analysis shows in detail, with the required accuracy, the chief and the secondary locomotor factors of the movement and the muscle groups that maintain or very the bone levers. This analysis deals, on the one hand, with the laws or muscular contraction and, on the other hand, with the actions required by the external forces and the maintaining of balance. The muscular action may be static (for maintaining a certain position), haning at its base the tonic contraction, or dynamic, based on the kinematic contraction.

For the static work, muscles may be classified — in accordance with their action — into: fixator muscles, which stabilize the respective position, and equilibratory muscles, which oppose the unbalancing actions.

For the mechanical work, muscles may be classified into: motor muscles, which determine the motion, fixatory muscles, which provide the supporting base and the immobile segments, i.e. the fixed points of insertion for the motor mucles, equilibratory mucles, playing a part similar to those in the static work, and braking muscles, that regulate the degree of motion, opposing the motor muscles. We mention that in the dynamic work there are three types of actions: concentric (that brings together the segment in movement), eccentric (braking) and ballistic (the concentric action is preceded by an eccentric one, so as to achieve a greater amplitude, like for instance the contraction of the different portions of the pectoral muscle during the exercise of the javelin throwing).

Peculiarly important in the framework of the muscle analysis is the movement testing. This is performed by measuring the displacement amplitude of a limb segment or of a part of the body, operation called testing (from the latin „testo-testare" — to assert); the limitation of mobility can be plotted on a chart and the muscular insufficiency can be established objectively.

A special gonimeter is used for this purpose, having two mobile arms with a protractor placed at the level of the extremity where they join. The two arms are placed along the body segments which perform the movement, one along the imobile segment, the other in the same way, following the mobile segment in its displacement and showing the amplitude of the movement, wich is inscribed in degrees on the protractor.

The evidence of the movement and of its degree of amplitude is obtained by means of a testing manipulation peculiar to each muscle,

Scanned with OKEN Scanner

which brings in into relief; the procedure is succinctly and illustratively presented for each separate case in the book.

In the carrying out of the testing it is important to establish:

— the position in which the patient is put;
— the isolated or total movement which is tested;
— the counterpressure opposed to the movement, in order to point out the action and to bring into relief the muscle.

III. The functional analysis consists in the study of the way in which the other systems and apparatuses participate specifically under the conditions of performing physical exercises. This investigation is based on the fact that the organism as a whole is a biomechanical system, which during a motor activity show adaptive changes in all its compartiments. The strain exerted on the locomotor apparatus brings about changes at the level of all structures and functions of the human organism.

Thus, a muscle in action calls for a more abundant irrigation, which leads to the acceleration of the respiratory and circulatory apparatuses activity and of the metabolic processes (anabolism and catabolism). In addition, physical exercises require a nervous command, which ensures the regulation of the manifold aspects of the motor action (balance, intensity of the kinetic contraction, rhythm of execution etc.).

The knowledge of all these changes that occur in the organism during the physical activity allows the optimization of execution and the obtention of the most favourable results in the competitions.

In the framework of the functional analysis are initially established the motor qualities required to a greater extent during the physical exertion, then the participation degree of the different systems and apparatuses is determined, taking into account the morphofunctional changes and the incriminated motor qualities.

a) Thus, the speed brings about somatophysiological changes in the following systems and apparatuses: in the central nervous system, taking into consideration the intensity and the rhythm of the muscular contraction, and in the cardiorespiratory apparatus, which accelerates very markedly its activity, whereas the excretory apparatus is to a very small extent involved.

b) The relaxation is mainly brought about by the nervous system, that elicits muscular contractions of a very high amplitude and precision. In addition, impairments in the function of the respiratory apparatus take place; the thorax, being mostly immobilized (the respiration is stopped), constitutes a supporting point for the muscles in action. These respiratory modifications also lead to important changes in the circulatory system;

c) The skill asks for a very accurate co-ordination achieved by the nervous system;

d) The resistance sollicits the respiratory apparatus and to a greater extent the elimination systems of the body (perspiration, excretion).

The nervous system is not involved at the maximal parameters, because the effort is a stereotype. Blood circulation is performed in good conditions;

Scanned with OKEN Scanner

e) the force, concretized in an ample and slow work, calls especially for the local circulation in the muscles, whereas the respiratory apparatus and the nervous system are involved in a lesser degree.

Certainly, in a dynamic work are implied more motor qualities and this leads to the complex participation of the different systems and apparatuses of the organism.

IV. — The pedagocical analysis implies: 1. the distinguishing of the dominant character of the exercise; 2. the establishing of the effects brought about by the respective physical activity and 3. the explanation of degree in which an exercise is in accordance with the age and the constitutional type of the subject who carries it out.

Knowing the morphofunctional changes elicited by the practice of each sport discipline and the biological potential of the human individual materialized in his constitutional type, we may scientifically correlate these aspects, so that the physical activity could obtain the maximal parameters, either for the performance sport, or for the harmonious development of the organism and the maintenance of the health state.

This general methodology is applied to the different sport exercises and games, conclusions being drawn as to the optimum variants of sport selection and training guidance, in order to obtain on a strictly scientific basis the highest efficiency.

Thus, a large space in devoted to thorough biomechanical analyses of walking, running, jumps, throwing, swimming, aquatic sports, ski, sport games (tennis, volley, basket-ball, hand-ball, football, rugby), box and other sport disciplines.

The book thus conceived is a basic guide for sportsmen, physical education teachers, coaches and sport organizers, who will find in it the anatomy and biomechanics notions indispensable to the sport activities. In addition, the work sets forth the data of human anatomy in a functional essentialized concept, leaving out the descriptive superfluous elements, fact that justifies its utility for doctors, taking into account especially the notions of anatomy in vivo indispensable in medical practice and the functional structures, in the first place the locomotor apparatus and the nervous system.

Scanned with OKEN Scanner

e) the force, concretized in an ample and slow work, calls especially for the local circulation in the muscles, whereas the respiratory apparatus and the nervous system are involved in a lesser degree.

Certainly, in a dynamic work are implied more motor qualities and this leads to the complex participation of the different systems and apparatuses of the organism.

IV. — The pedagocical analysis implies: 1. the distinguishing of the dominant character of the exercise; 2. the establishing of the effects brought about by the respective physical activity and 3. the explanation of degree in which an exercise is in accordance with the age and the constitutional type of the subject who carries it out.

Knowing the morphofunctional changes elicited by the practice of each sport discipline and the biological potential of the human individual materialized in his constitutional type, we may scientifically correlate these aspects, so that the physical activity could obtain the maximal parameters, either for the performance sport, or for the harmonious development of the organism and the maintenance of the health state.

This general methodology is applied to the different sport exercises and games, conclusions being drawn as to the optimum variants of sport selection and training guidance, in order to obtain on a strictly scientific basis the highest efficiency.

Thus, a large space in devoted to thorough biomechanical analyses of walking, running, jumps, throwing, swimming, aquatic sports, ski, sport games (tennis, volley, basket-ball, hand-ball, football, rugby), box and other sport disciplines.

The book thus conceived is a basic guide for sportsmen, physical education teachers, coaches and sport organizers, who will find in it the anatomy and biomechanics notions indispensable to the sport activities. In addition, the work sets forth the data of human anatomy in a functional essentialized concept, leaving out the descriptive superfluous elements, fact that justifies its utility for doctors, taking into account especially the notions of anatomy in vivo indispensable in medical practice and the functional structures, in the first place the locomotor apparatus and the nervous system.

Scanned with OKEN Scanner

ANATOMIE ET BIOMÉCANIQUE DE L'ÉDUCATION PHYSIQUE ET DU SPORT

(Résumé)

L'anatomie et la biomécanique de l'éducation physique et du sport constituent un domaine dans le cadre des sciences biologiques dont l'objet d'étude est représenté par les structures fonctionnelles qui rentrent dans la constitution de l'organisme humain et la manière dans laquelle celles-ci réalisent différentes formes de mouvement caractéristique à l'être humain.

Le mouvement est la forme d'existence de la matière; entre mouvement et matière il y a une relation dialectique, de conditionnement réciproque, qui détermine les différentes transformations dans l'organisme humain.

La complexité des différentes formes de mouvement de la matière reflècte en essence l'évolution même des êtres vivants. Ainsi, en partant des premières formes de mouvement, respectivement les formes mécanique, physique et chimique, qui conditionnent les mécano- et les chimiomorphoses, on aboutit au mouvement biologique, qui comprend aussi les formes simples de mouvement, conditionnant en même temps les biomorphoses. En même temps avec l'apparition de l'être humain, le mouvement acquiert des formes supérieures, matérialisées dans tous les processus d'anthropomorphose et dans l'activité même du système nerveux central, représentée par la pensée, forme de mouvement de la matière, propre seulement à l'homme.

L'anatomie et la biomécanique de l'éducation physique et du sport étudient les actions motrices humaines considérées comme un système. Dans le cadre de ce système interviennent tant les parties composantes de l'appareil locomoteur (os, muscles, articulations), que le système nerveux central et les organes internes. Tous les appareills et systèmes qui rentrent dans la constitution de l'organisme humain sont sollicités et forment un complexe unitaire qui conditionne la motricité.

Dans ce contexte sont abordés les causes mécaniques et biologiques de la formation des mouvements et les particularités de leur exécution, ainsi que les moyens et les conditions optimums de la réalisation des actions motrices.

Considérées dans ce point de vue l'anatomie et la biomécanique de l'éducation physique et du sport trouvent leur application aussi dans une série de domaines des sciences biologiques, notamment: médicine du travail, cosmobiologie, culture physique médicale etc. En même temps, la conduite scientifique des entraînements sportifs, l'obtention de per-

Scanned with OKEN Scanner

formances, le déroulement de l'activité d'éducation physique et de sport aux différents degrés de l'enseignement, ne peuvent être conçus à l'étape actuelle sans des connaissances approfondies de biomécanique.

Dans cette conception, le livre aborde dans la première partie les problèmes généraux spécifiques à l'anatomie et à la biomécanique de l'éducation physique et du sport en relation avec le type constitutionnel optimum pour les différentes disciplines du sport, avec les particularités anatomiques d'âge de l'organisme humain, avec les structures fonctionnelles sollicitées dans l'effort sportif, avec les notions d'anatomie in vivo à applicabilité directe dans la pratique sportive.

Ainsi, concernant le type constitutionnel, le livre souligne l'importance que présente pour la pratique sportive la connaissance de ses composantes géno- et paratypique, car c'est du développement de certaines qualités innées ou acquises que dépend le succès de la pratique de certaines disciplines sportives. De même, la sélection sportive doit être effectuée sur la base de critères scientifiques, dans le cadre desquels l'investigation génétique doit occuper une place importante. La méthodologie même de l'entraînemment et tout son déroulement doivent s'appuyer sur une connaissance approfondie du type constitutionnel, du potentiel génétique de l'organisme, de sorte que, on obtienne le rendement sportif maximum, par l'action convergente et dirigée des facteurs de l'environnement (effort physique, alimentation, climat etc.).

Les recherches récentes prouvent que chaque organisme représente une individualité biochimique, les constantes homéostatiques, les enzymes, la configuration endocrine variant d'un individu à l'autre.

Sans nier le rôle de l'environnement qui a une importance particulière, tant par les influences paratypiques qui se manifestent sur le cytoplasme, conduisant à des sommations, que par les actions directes qui s'exercent sur l'équipement enzymatique nucléaire et, comme corollaire, par l'apparition des mutations dues à l'inversion du code par „réafferentation" cybernétique, on doit souligner la grande importance du génotype qui intervient de manière évidente dans le conditionnement de l'individualité humaine. La réception des influences de l'environnement dépend en mesure considérable de la configuration génétique héréditaire. Les résultats de l'entraînement et surtout l'atteinte des paramètres de performance sont conditionnés en proportion d'au moins 50% par le fonds héréditaire.

La connaissance de ce fonds héréditaire comporte quatre étapes qu'il faudra introduire obligatoirement dans la pratique de la sélection et de l'entreînement sportif:

1. L'analyse biochimique du type constitutionnel, capable de nous fournir des informations corollaires sur la configuration génétique de l'individu.

Cette étude est particulièrement importante. On cite, par exemple, le fait que la vitesse potentielle de production de l'insuline, facteur important dans le rendement sportif, varie en limites très larges, de 40%, qui tiennent principalement des interrelations hormonales, comme celles entre hypophyse, thyroide, surrénale et foie.

Scanned with OKEN Scanner

Nous soulignons aussi que chaque individu normal a un type constitutionnel endocrinien spécifique, fondé sur les particularités anatomiques, fonctionnelles et biochimiques de chaque glande et sur les équilibres intriqués entre différents facteurs endocriniens, en limites très larges (rapport 1—10). La connaissance de ces individualités, corollaire de la structure génique, est extrêmement importante pour réealiser avec une efficience maximum l'entrainement sportif.

2. Le caryotype effectué par des méthodes courantes ou avec thymidine marquée.

3. L'enquête familiale en corrélation avec les caractéristiques somato-physiologiques de l'individu. En ce sens, étude de l'arbre génealogique en corrélation avec certaines caractéristiques anthropométriques fournit des relations importantes sur le potentiel biologique de l'individu. En outre, dans le même cadre est établi aussi le type constitutionnel.

Une metode de grande valeur est celle des jumeaux, l'évolution des caractères morphologiques et fonctionnels des jumeaux monozygotes étant étudié comparativement avec les jumeaux dizygotes. A l'aide de cette méthode on peut apprécier le conditionnement héréditaire de certains caractères morpho-fonctionnels sur les différences entre les partenaires jumeaux.

4. Les études au niveau des populations mettent également en évidence des particularités importantes de l'organisme humain, en fonction des conditions pédo-climatiques qui ont agi le long des générations.

Dans le livre sont ensuite présentés les principaux biotypes; on insiste sur le conditionnement endocrine du type constitutionnel.

En ce qui concerne le biotypologie endocrine, qui est très importante pour la connaissance du potentiel morpho-fonctionnel du sportif, nous soulignons toutefois le fait qu'il n'existe pas une délimitation nette des types glandulaires, mais plutôt une certaine prédominance endocrine, intégrée dans un équilibre complexe, de nature à conditionner certaines particularités somato-physiologiques. Ainsi, les recherches de Milcu démontrent l'intervention dominante de certaines glandes et sous-dominante d'autres glandes dans la détermination de la constitution, ce qui justifie la notion de type constitutionnel pluriglandulaire.

La connaissance du type constitutionnel et sa mise en corrélation avec l'individualité biochimique de chaque être humain conditionnée génétiquement et paratypiquement constituent les éléments primordiaux pour diriger l'activité sportive suivant des critères scientifiques, de nature à mettre pleinement en valeur toute la capacité morpho-physiologique dont dispose l'organisme humain.

Un autre chapitre traite la description des particularités morphologiques d'âge de l'organisme humain considérées en corrélation avec les possibilités optimums de pratiquer les différentes disciplines sportives.

On expose ensuite à lumière des plus récentes données de biochimie, biophysique et neuro-physiologie, le concept de structure fonctio-

Scanned with OKEN Scanner

nelle, avec des références directes à l'anatomie et á la biomécanique de l'éducation physique et du sport. Suit la description, basée sur les dernières recherches d'histophysiologie, des principales structures fonctionnelles de l'organisme humain, en corrélation avec les sollicitations d'effort physique auxquelles elles sont soumises, notamment: l'ostéon, la fibre musculaire striée et lisse, l'alvéole pulmonaire, te muscle cardiaque, la villosité intestinale, le néphron, l'acinus hépatique etc.

La systématisation du contenu de cette première partie du livre a en vue la présentation de l'organisme humain comme un système biomécanique „self — conduction" cybernétique; on insiste sur les mécanismes de feed-back qui assurent la coordonation des mouvements. Dans ce cadre sont décrits, selon une conception fonctionnelle, l'appareil locomoteur et le système nerveux; l'homéostasie et son substrat morphophysiologique détiennent une place importante dans ces chapitres. De même, les groupes fonctionnels musculaires et les mouvements des articulations sont amplement décrits.

Les notions d'anatomie in vivo avec applicabilité directe dans la pratique sportive constituent aussi un chapitre de base.

Introduite dans notre pays par Fr. I. Rainer (1874—1944) et développée par ses élèves, elle contribuie à une meilleure compréhension des relations et de l'interdépendence entre forme et fonction, remplaçant la conception statique par une conception dynamique dans l'assimilation des données anatomiques.

L'anatomie in vivo est utilisée dans l'étude d'ensemble des formes du corps, de ses postures et de ses mouvements. L'anatomie in vivo prouve son utilité aussi dans l'étude des modifications morphologiques du corps, déterminées par la croissance et le développement, et elle est d'une grande utilité dans la conduite scientifique de toutes les éducations d'activité physique et de sport.

Dans le même chapitre sont décrites aussi les principales techniques anthropométriques, qui permettent une évaluation objective des effets de l'éducation physique et du sport sur l'organisme.

Dans la deuxième partie du livre, l'organisme humain est présenté comme un système biomécanique. Les mécanismes, les conditions et les lois d'exécution des mouvements sont exposés sous tous les aspects, en tenant compte des processus morphologiques et biochimiques qui les conditionnent.

La méthodologie générale de l'analyse biomecanique occupe une place importante.

L'analyse biomécanique est en essence une étude complexe des facteurs somato-viscéraux et d'environnement qui interviennent dans la réalisation d'une action motrice, des interrelations établies entre ces facteurs, du mode de participation et des effets de ceux-ci sur l'organisme humain considéré comme un tout unitaire.

Le but de ce livre est de trouver les voies d'optimisation des mouvements, afin qu'on puisse obtenir un rendement sportif maximum

L'analyse biomécanique inclut dans son contenu les chapitres suivantes plus importantes: l'analyse mécanique, l'analyse musculaire, l'analyse fonctionnelle et l'analyse pédagogique.

Scanned with OKEN Scanner

I. L'analyse mécanique consiste, à son tour, dans une analyse descriptive et une analyse critique.

1. L'analyse descriptive comporte:

a) la définition de l'attitude, en précisant la base de sustentation du corps et la position des différents segments l'un par rapport à l'autre;

b) la détermination des éléments suivants:

— les forces extérieures qu'il faut vaincre, respectivement les résistances extérieures et le poids des segments corporels conditionné aussi par leur position dans l'espace, en précisant la direction, la valeur et la zone corporelle intéressée;

— les conditions de maintien de l'équilibre;

— la répartition des pressions sur les points de support;

— la direction et la valeur des actions déséquilibrantes;

— les leviers rencontrés.

2. L'analyse critique, dont le contenu est défini par les éléments suivants:

a) l'établissement des erreurs, plus fréquentes, représentant des variations de la loi de l'effort volontaire maximum qui règle le maintien de l'attitude;

b) la détermination des éventuelles adaptations qu'il faut apporter au mode d'exécution de l'action motrice en fonction du type morphologique constitutionnel du sportif.

II. L'analyse musculaire indique en détail, avec la précision anatomique exigée, les facteurs locomoteurs principaux et secondaires du mouvement, et les groupes musculaires qui maintiennent ou font varier les leviers osseux. Cette analyse se rapporte, d'une part, aux lois de la contraction musculaire et, de l'autre, aux actions requises par les forces extérieures et par le maintien de l'équilibre. L'action musculaire peut être statique (pour maintenir une position), ayant comme substrat la contraction tonique, ou dynamique, ayant à sa base la contraction cinématique.

Pour le travail statique les muscles peuvent être classifiées — selon leur action — en fixateurs, qui stabilisent la position respective, et équilibreurs, qui s'opposent aux actions déséquilibrantes.

Pour le travail mécanique, les muscles sont classifiés en moteurs, qui déterminent le mouvement, fixateurs, qui assurent la base de sustentation et les segments immobiles, respectivement les points d'insertion fixes pour les muscles moteurs, équilibreurs, ayant un rôle similaire à ceux qui interviennent dans le travail statique, et freinateurs, qui règlent le degré de mouvement, s'opposant aux muscles moteurs. Nous précisons que, dans le travail mécanique, nous reconnaissons trois types d'actions: concentrique (conduisant au rapprochement des segments en mouvement), excentrique (freinatrice) et ballistique (l'action concentrique est précédée par celle excentrique de nature à lui conférer une amplitude plus grande que, par exemple, la contraction des dif-

Scanned with OKEN Scanner

férentes positions du pectoral pendant l'exercice de lancement du javelot).

Dans le cadre de l'analyse musculaire, le test des mouvements a une importance particulière. On le réalise par le mesurage de l'amplitude du déplacement d'un segment de membre ou d'une partie du corps, opération qu'on dénomme „test" (du latin „testo-testare" = avouer) et qui permet d'enregistrer graphiquement la limitation du mouvement et d'établir objectivement l'insuffisance musculaire.

On utilise à cette fin un goniomètre spécial, formé de deux bras mobiles, un rapporteur étant emplacé à l'endroit de l'extrémité où ils s'articulent entre eux. Les deux bras sont disposés le long des segments du corps qui effectuent le mouvement, l'un des bras le long du segment immobile, et l'autre de la même manière, suivant le segment mobile dans son déplacement, indiquant l'ampleur du mouvement, qui est inscrite en degrés sur le rapporteur.

Mettre en évidence du mouvement et de son degré d'ampleur s'effectuent par une manoeuvre de test propre de chaque muscle qu'elle met en relief, procédé qui est succinctement décrit et illustré pour chaque cas séparément dans le livre.

Dans la réalisation du test il est important d'établir:

— la position qu'on imprime au malade;

— le mouvement isolé ou global qui est testé;

— la contre-pression qui s'oppose au mouvement, afin de mettre en évidence l'action et en relief les muscles.

III. L'analyse fonctionnelle consiste dans l'étude du mode de participation spécifique des autres systèmes et appareils dans les conditions de l'exécution de certains exercices physiques. Cette étude repose sur le fait que l'organisme dans son ensemble forme un sytème biomécanique unitaire, qui au cours d'une action motrice présente des changements adaptatifs dans tous ses compartiments. L'appareil locomoteur sollicité entraîne des changements au niveau de toutes les structures et fonctions de l'organisme humain. Ainsi, un muscle en action exige unei irrigation plus abondante, ce qui conduit à l'accélération de l'activité des appareils respiratoire et circulatoire et des processus métaboliques (anabolisme et catabolisme). En outre, les exercices physiques imposent une commande nerveuse, qui assure la régulation des aspects multiples de l'action motrice (équilibre, intensité de la contraction cinétique, rythme de l'exécution etc.).

La connaissance de tous ces changements qui ont lieu dans l'organisme au cours de l'activité physique permet d'optimiser l'exécution et d'obtenir le sportif record.

Dans le cadre de l'analyse fonctionelle on établit initialement les qualités motrices les plus sollicitées dans l'effort physique respectif et on précise ensuite le degré de participation des différents systèmes et appareils, en connaissant les interrelations qui s'établissent entre les modifications morpho-fonctionnelles de l'organisme et les qualités motrices incriminées.

Scanned with OKEN Scanner

a) Ainsi, la vitesse entraîne des changements somato-physiologiques dans les systèmes et appareils suivants: dans le système nerveux central, ayant en vue l'intensité et le rythme de la contraction musculaire, et dans l'appareil cardio-respiratoire, dont l'activité s'accélère de façon très marquée; l'appareil excréteur est sollicité à un degré minime;

b) La détente sollicite principalement le système nerveux, qui déclenche des contractions musculaires d'une très grande amplitude et précision. En outre, des troubles surviennent dans la fonctionnalité de l'appareil respiratoire; le thorax, du fait d'être le plus souvent immobilisé (la respiration est arrêtée), constitue un point de support pour la musculature en action. Ces modification respiratoires entraînent aussi d'importants changements dans l'appareil circulatoire;

c) L'abilité exige une coordination très fine de la part du système nerveux;

d) La résistance sollicite l'appareil respiratoire et en mesure accrue les systèmes d'élimination de l'organisme (transpiration, excrétion). Le système nerveux n'est pas sollicité aux paramètres maximaux, car l'effort est stéréotype. La circulation s'effectue en bonnes conditions;

e) La force concrétisée dans un travail ample et lent sollicite surtout la circulation locale du muscle, tandis que l'appareil respiratoire et le système nerveux sont intéressés à un moindre degré.

Sans doute, dans un travail dynamique sont incriminées plusieurs qualités motrices et il en résulte, comme un corrollaire, la complexité, de la participation des différents systèmes et appareils de l'organisme.

IV. L'analyse pédagogique comporte: 1. la mise en évidence du caractère dominant de l'exercice; 2. des effets produits par l'activité physique respective, et 3. l'explication du degré auquel un exercice correspond à l'âge et au type constitutionnel de celui qui l'exécute.

En connaissant les modifications morpho-fonctionelles détrminées par la pratique de chaque discipline sportive et le potentiel biologique de l'individu humain concrétisé dans son type constitutionnel, nous pouvons établir une corrélation scientifique entre ces aspects, de sorte que l'activité physique puisse atteindre les paramètres maximaux, soit pour le sport de performance, soit pour le développement harmonieux de l'organisme et le maintien de l'état de santé.

Cette méthodologie générale est appliquée aux différents exercices et jeux sportifs et on aboutit à des conclusions quant aux variantes optimums de sélection sportive et de conduite des entraînements, afin d'obtenir un rendement maximum sur des bases rigoureusement scientifiques.

On accorde ainsi un large espace à des analyses biomécaniques approfondies de la marche, de la course, des sauts, des lancements, de la natation, des sports nautiques, du ski, des jeux sportifs (tennis, vol-

Scanned with OKEN Scanner

ley-ball, basket, handball, football, rugby), de la boxe et d'autres disciplines sportives.

L'ouvrage ainsi conçu représente un quide pour les sportifs, les professeurs d'éducation physique, les entraîneurs et les organisateurs de sport, qui y trouveront les notions d'anatomie et de biomécanique indispensables au déroulement des activités sportives. En outre, l'ouvrage présente les données d'anatomie humaine dans un concept fonctionnel essentiel, en éliminant les éléments discriptifs superflus, ce qui justifie son utilité aussi pour les médicins, ayant en vue surtout les notions d'anatomie in vivo, indispensables dans la pratique médicale, et les structures fonctionnelles, en premier lieu l'appareil locomoteur et le système nerveux.

Scanned with OKEN Scanner

АНАТОМИЯ И БИОМЕХАНИКА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

(Резюме)

Анатомия и биомеханика физической культуры и спорта являются отделом биологических наук, занимающихся изучением функциональных структур, которые входят в состав человеческого организма, а также образа, каким они выполняют различные виды движения, свойственные человеку.

Движение — это форма существования материи: между движением и материей существует диалектическое соотношение, они взаимно обуславливаются, то что определяет различные изменения в человеческом организме.

Сложность различных видов движения материи отражает в сущности самое развитие животных существ. Так, от первых форм движения, т. е. механического, физического и химического, которые обуславливают механои химиоморфозы, доходим до биологического движения, которое включает в себя и простые формы движения, обуславливая в то же время и биоморфозы. Одновременно с появлением человеческого существа, движение приобретает высшие формы, материализованные во всех процессах антропоморфозы, а также в деятельности центральной нервной системы, представленной мышлением, вид движения материи, свойственные только человеку.

Анатомия биомеханика физической культуры и спорта изучают двигательные действия человека, рассматриваемые как отдельная система. В рамках этой, системы участвуют и составные части двигательного аппарата (кости, мышцы-суставы), как и центральная нервная система и внутренние органы. Все аппараты и системы, которые входят в состав человеческого организма, подвергаются действию и образуют единый комплекс, который обуславливает движение.

В этом контексте затронуты механические и биологические причины образования движений и своеобразие их выполнения, способы и наилучшие условия их осуществления.

Рассматривая с этой точки зрения анатомию и биомеханику физической культуры и спорта, видим, что они находят свое применение и в ряде отраслей биологических наук, как медицина труда, космобиология, медицинская физкультура и т. п. В то же время, научное руководство спортивных тренировок, достижение определенных рекордов, проведение физической культуры и спорта на различных уровнях обучения не мыслимы в настоящее время без прочных знаний в области биомеханики.

В данном понимании настоящая работа рассматривает в первой своей части общую проблематику, снойственную анатомии и биомеханики физичес-

Scanned with OKEN Scanner

кой культуры и спорта в связи с наилучшим конституционным типом для разных видов спорта, с анатомическими особенностями возраста организма человека, с функциональными структурами, которые подвергаются действию при спортивном напряжении, со знаниями из анатомии, непосредственно на человеке которые применяются в спортивной практике.

Итак, относительно конституционного типа в данной работе подчеркивается значение, которое имеет для спортивной практики, знание его гено- и паратипичных компонентов, так как от развития определенных качеств, врожденных или развитых, зависит успешное занятие той или иной спортивной дисциплиной. Также и спортивная селекция должна проводиться на основе научных критерий, в рамках которых генетическое исследование должно иметь преобладающее значение. Вся методология, как и проведение тренировки, должны основываться на прочном знании о конституционном типе, о генетическом потенциале организма для того, чтобы совпадающими и управляемыми действиями на факторы среды (физаеское напряжение, питание климат и т. п.) получить максимальный спортивный результат.

Недавние исследования, изложенные в этой работе, доказывают, что каждый организм представляет собой биохимическую личность, гамеостатичные константы, энзимные, эндокринная конфигурация, будучи различными у каждой особы.

Не отрицая роли среды, которая имеет особое значение как паратипичными влияниями, воздействующими на цитоплазму и приводящими к побуждению, так и прямыми воздействиями на ядерный энзиматический материал и связанный с ним при появлении мутации из-за перестановки, когда путем кибернетической обратной связи, следует подчеркнуть большое значение генотипа, который в значительной степени способствует обуславливанию человеческой личности. Восприятие влияний среды зависит в большой мере от генов наследственной конфигурации. Результаты тренировки и, в сосбенности, достижение параметров рекорда заисят не менее 50% от наследственного фонда.

Усвоение этого наследственного фонда содержит четыре этапа, которые должны быть обязательно внесены в практику селекции и спортивной тренировки.

1. Биохимический анализ конституционного типа в состоянии дать нам сведения об генетической конфигурации индивида.

Значение этого исследования является особенным. Цитируем, например тот факт, что потенциальная скорость выделения инсулина, являющийся важным фактором в спортивном достижении, варьирует в очень широких пределах, от 40%, которые в главном зависят от гормональных соотношений гипофизы, цитовидной железы, надрочечной железы и печени.

Подчеркиваем также, что каждый нормальный индивид относится к определенному конституционному эндокринному типу, основывающийся на анатомических, функциональных и биохимических особенностях каждой железы и в равновесии между различными эндокринными факторами в очень широких пределах (в соотношении 1—10). Знание этих особенностей, как следствие генетической структуры, имеет огромное значение для достижения максимального результата в спортиной тренировке.

2. Кариотип осуществлен обычными методами или меченным тимидином.

Scanned with OKEN Scanner

3. Семейная анкета связана с соматофизиологическими особенностями индивида. В связи с этим исследование родословной вместе с некоторыми антропометрическими особенностями дают нам сведения о биологическом потенциале индивида. Также, в этих же рамках устанавливается и конституционный тип.

Очень важным методом является метод близнецов, т. е. изучая развитие морфологических и функциональных особенностей близнецов монозигот и сравнивая их с бизиготами.

Этим методом можно оценить наследственность, некоторых морфофункциональных характеров основываясь на различии между близнецами.

4. Исследования, проведенные среди населения также могут выявить важные особенности человеческого организма, в зависимости от условий почвы и климата, которые действовали на человека в течение нескольких поколений.

В дальнейшем в настоящей работе представляются главные биотипы настаивая на эндомическом обуславливании конституционного типа.

Относительно эндокринной биотипологии, очень важной для знания морфофункционального потенциала спортсмена, подчеркиваем тот факт, что не существует такого четкого разграничения железных типов, а главным образом некоторое эндокринное преобладание, находящееся в сложном равновесии способное обуславливать некоторые сомато-физиологические особенности. Так исследования, проведенные Милку указывают на доминирующее вмешательство некоторых желез и второстепенное других в определении конституции, акткоторый оправдывает понятие о конституционном многожелезном типе.

Знание конституционного типа и связь его с биохимической индивидуальностью, обусловленной генетически и паратепически, составляют первоначальные элементы для направления спортивной деятельности на основе научных критериев, которые могут полностью выявить всю морфо-физологическую способность, которой обладает человеческий организм.

В другой главе дается описание морфологических возрастных особенностей человеческого организма, связанных с наилучшими возможностями для занятия различными спортивными дисциплинами.

В дальнейшем рассматривается подробно, учитывая новейшие данные в биохимии, биофизике и неврофизиологии, понятие о функциональной структуре с прямой ссылкой на анатомию и биомеханику физической культуры и спорта. Описаные также в свете новейших исследований в области гистофизиологии главные функциональные структуры человеческого организма в связи со степенью физического напряжения, которому они подвегнуты. Так описаны: костная система, борозватые и гладкие мышцы, альвеолы легких, сердечная мышца, воросистость волокна кишечника, нефрон, ачимуспечени и т.д.

Систематизация содержания этой первой части книги имеет ввиду представить нам человеческий организм как биомежаническую систему кибернетического самоуправления, настаивая на механизмы обратной связы которые обеспечивают согласованность движений. Таким же образом описаны, в функциональном представлении, двигательный аппарат и нервная система; гамеостазии по своему морфо-физиологическому субстрату отводится значительное место в этих главах. Также функциональные мышечные группы и движения суставов описаны подробно.

Scanned with OKEN Scanner

Анатомические понятия, усвоенные непосредственно на человеке, с прямым применением в спотивной практике, составляют также одну из основных глав.

Это понятие было введено в нашу страну ученым Фр. И. Райнер (1874—1944) и развито его учениками; оно способствует лучшему пониманию связей и соотношений, существующих между формой и функцией, заменяя статическое понятие динамическим в освоении анатомических данных.

Анатомией непосредственно на человека пользуются в изучении совокупности форм тела, позиций и движений. Анатомия, усвоенная таким образом доказывает свою пользу и в наблюдении за морфологическими изменениями тела, обусловленные ростом и развитием, принося большую пользу в научном управлении всей деятельности в области физической культуры и спорта.

В этой же главе описаны главные антропометрические способы, которые позволяют нам дать объективную оценку следствиям физической культуры и спорта на человеческий организм.

Во второй части этой работы организм представлен как биомеханическая система. Механизмы условий и прав ихисполнения движений представлены под всеми аспектами с ссылкий на морфологические и биохимические процессы их обуславливающие.

Общая методология биомеханического анализа занимает главное место.

Биомеханический анализ является, в сущности, комплексным изучением сомато-внутренных факторов и среды, которые участвуют в выполнении мотрических действий, соотношений, существующих между ними, способа их участия и следствий, которе они вызывают в человеческом организме, рассматриваемом в целом.

Цель этого анализа состоит в том, чтобы найти пути улучшения движений так, чтобы можно было получить максимальный спортивный результат.

Биомеханический анализ включает в свое содержание следующие, более важные разделы: механический анализ, мышечный анализ, функциональный анализ и педагогический анализ.

1. Механический анализ состоит в свою очередь из описательного анализа и критического анализа.

1. Описательный анализ требует:

а) определения положения уточнением основы опоры тела и позиции различных частей по отношению друг к другу;

б) установления следующих элементов:

внешние силы, которые нужно побороть, т.е. внешнее сопротивление и тяжесть частей тела в зависимости от их положения в пространстве, уточняя направление и часть тела, интересующую нас;

— условия поддерживания равновесия:
— распределение напора на точки опоры;
— направление и значение действий для нарушения равновесия;
— встреченные рычаги.

2. Критический анализ, содержание которого определено следующими элементами:

а) уточнений ошибок, происходящих более часто и которые нарушают правила наибольшего произвольного усилия, от которого в свою очередь зависит сохранение положения;

Scanned with OKEN Scanner

б) установление некоторых улучшений, которые могут быть внесены в способы осуществления движений в зависимости от конституционного морфологического типа спортсмена.

II. Мышечный анализ указывает подробно, с анатомической точностью, главные и второстепенные двигательные факторы движения мышечных групп, которые поддерживают или изменяют костные рычаги. Этот анализ относится, с одной стороны к законам сокрашения мышц, а с другой — к действиям, вызванным внешними силами и поддерживанием равновесия. Мышечное действие может быть статическое (для поддержания какой-нибудь позиции), имея как основу тоническое сокращение и динамичное, имеющее в основе кинематическое сокращение.

Для статической работы мышцы могуть быть классифицированы — по их участию — на закрепительные, которые придают устойчивость данной позиции и устойчивые, которые противодействуют нарушению равновесия.

Для механической работы, мышцы классифицируют на: двигательные, которые определяют движение, закрепительные, которые обеспечивают основу опоры и неподвижные сегменты, т.е. неподвижные точки для прикрепления двишательных мышц, устойчивые, которые имеют ту же роль, что и мышцы статической работы и тормозные, которые регулируют степень движения, сопротивляясь двигательным мышцам. Уточняем, что в динамичной работе признаем три типа действий: концентрическое (которое приводит к приближению членов в движении), эксцентричное (тормозящее) и баллистическое (эксцентрическое действие, предшествуя концентрическому, придает ему большую амплитуду чем, например, сокращение разных частей грудных мышц в упражнениях в метании копья).

В рамках анализа мышц, проведения их теста имеет важное значение. Это проводится измерением амплитуды перемещения какого-нибудь сегмента члена или части тела (операция, которая получила свое название от латинского: testo — testare — признать), и которая может обозначать графически пределы движения и устанавливает, таким образом, объективно мышечную недостаточность.

Для этого употребляется специальный гениометр, состоящий из двух подвижных ручек с угломером, расположенном на месте их скрепления. Эти две ручки устанавливаются вдоль той части тела, которая совершает движение; одна из ручек вдоль неподвижного сегмента, другая также прикрепляется и следует за повижным сегментом в своем перемещении, показывая широту движения, которая записывается в градусах на угломере.

Очевидность движения и градуса своей широты производится посредством тестов, свойственных для каждой мышцы, которая выделяется при движении и которая для каждого случая в отдельности представлена вкратце и наглядно в этой работе.

В проведении тестов очень важно установить:

— положение, которое должен иметь пациент,

— отдельное или взятое в целом движение,

— противодавление, которое оказывает сопротивление движению для выявления действия и выделения мышц.

III. Функциональный анализ состоит в изучении способа участвования свойственному другим системам и аппаратам в условиях физических упражений. В основе этого исследования стоит тот факт, что организм в целом с оставляет биомесаническую единую систему, которая при движении представляет из-

Scanned with OKEN Scanner

менения, приспособляемые во всех своих отделах. Двигательный аппарат при работе приводит изменения на уровне всех структур и функций человеческого организма.

Так, например, какая либо мышца в своем действии нуждается в обильной ирригации, то, что приводит к ускорению действия дыхательного аппарата, кровообращения и процессов обмена веществ (анаболизм и катадолизм). Так же физические упражнения дают первный импульс, который обеспечивает урегулирование многочисленных видов двигателрных действий (равновесие, интенсивность кинетического сокращения, ритм выполнения и т. д.).

Знание всех этих изменений, которые происходят в организме во время физической деятельности, позволяет улучшить исполнение и способствует получению максимального спортивного класамента.

В рамках функционального анализа первоначально устанавливаются двигательные качества, которые более подвергнуты физическому усилию, а потом уточняется степень участвования разных систем и аппарат, зная соотношения которые устанавливаются между морфо-функциональными изменениями организма и двигательными качествами, о которых идет речь.

а) Так, скорость влечет за собой сомато-физиологические изменения в следующих системах и аппаратах: в центральной нервной системе, имея ввиду интенсивность и ритм мышечного сокращения и в сердечно-дыхательном аппарате который ускоряет в заметной степени свою деятельность; на выделителрный аппарат скорость имеет незначительное влияние.

б) При толчке главная нервная система является той, которая вызывае сокращение мышц с очень большой точностью и амплитудой. Также происходит расстройство в деятельности дыхательного аппарата; в большинстве случаев грудная клетка, будучи лишенной свободы движения (дыхание остановлено), составляет опорную точку для мышц, находящихся в действии. Эти дыхательные изменения влекут за собой и важные изменения в кровообращении;

в) Для ловкости необходима очень точная координация со стороны нервной системы.

г) При выносливости подвергаются действию дыхательный аппарат и большей степени выделительные системы организма (потение и выделение) Нервная система не вовлекается при максимальных параметрах, потому что усилие является стереотипным. Кровообращение происходит в хороших условиях.

д) Сила, заключенная при усиленном и медленном темпе работы вовлекает в особенности, местное кроеообрщение в мышцах а дыхательный аппарат и нервная система вовлечены в меньшей степени.

Конечно, при динамичной работе участвуют больше мере двигательные качества и из этого вытекает сложность участвования разных систем и аппаратов организма.

IV. Педагогический анализ состоит из: 1) выделение доминирующего характера упражнения; 2) установление следствий данной физической деятельности и 3) объяснение степени, в которой данное упражнение соответствует возрасту и конституцион типу того, кто его выполняет.

Зная морфо-функциональные изменеия, вызванные практикой каждой спортивной дисциплины и биологический потенциал человеческой особы,

Scanned with OKEN Scanner

конкретизированной своим конституционным типом можем научно связать все эти данные таким образом, чтобы физическая деятельность достигла максимальных параметров, либо для достижения спортивных рекордов, либо для гармонического развития организма и сохранения здоровья.

Эта общая методология применяется в разных упражнениях и спортивных играх, помогая, таким образом, в выборе наилучших вариантов для спортивной селекции и управления тренировок с целью получения наибольшего результата на научной основе.

Поэтому придается большое внимание некоторым основным анализам биомеханики хода, бега, прыжков, метания, плавания, морских спортов, ходьбы на лыжах, спортивных игр (теннис, воллей, баскетбол, футбол, регби), бокса и других спортиных дисциплин.

Насточщая работа является своего рода справочником для спортсменов, преподавателей физической культуры, тренеров и спортивных организаторов, которые найдут в ней сведения из анатомии и биомеханики, необходимые для проведения спортивной деятельности. Одновременно эта работа включает и главные данные по анатомии человека без описательных элементов, факт, который оправдывает ее полезность для врачей, имея ввиду, в особенности, что понятие по анатомии изучаемые непостедственно на человеке, необходимы в врачебной практике также как и функциональные структуры с ссылкой, главным образом, на двигательный аппарат и нервную систему.

Scanned with OKEN Scanner

TABLA DE MATERII

Introducere 5

Conținutul anatomiei funcționale și biomecanicii 9

Tipul constituțional. Aspecte genotipice și paratipice cu importanță în activitatea sportivă 13

Noțiuni de somatometrie 45

Particularitățile anatomice de vîrstă ale organismului uman. 48

Structurile funcționale 72

Structuri funcționale la nivelul organelor 85

Vilozitățile intestinale 86

Lobulul și acinul hepatic. 90

Alveolele pulmonare 94

Structura și ultrastructura nefronului 95

Structura funcțională a aparatului locomotor 99

Osul 99

Țesutul osos nehaversian sau fibros 100

Țesutul osos haversian 101

Articulațiile 102

Mușchii 105

Caracterele generale ale fibrei musculare striate scheletale 106

Vascularizația mușchiului striat 108

Inervația mușchilor striați 108

Anatomia funcțională a mușchilor somatici și articulațiilor 111

Mușchii și articulațiile membrelor superioare 112

Probleme de mecanică ale mîinii și degetelor 127

Mușchii și articulațiile membrelor inferioare 133

Mecanica mișcărilor 146

Mecanica mișcărilor coloanei vertebrale 154

Mecanica respirației 161

Scanned with OKEN Scanner

Sistemul nervos 165

Căile din sistemul nervos central 171
Schema integrativă a sistemului nervos 183
Schema de organizare a sistemului neurovegetativ 187
Autoreglarea contracției cardiace 196

Noțiuni de anatomie pe viu 198

Anatomia pe viu a scheletului 198
Craniul 198
Gîtul 199
Trunchiul 201
Membrul superior 204
Membrul inferior 209
Anatomia pe viu a mușchilor scheletici 213
Mușchii capului 216
Mușchii gîtului 216
Peretele dorsal al trunchiului 220
Peretele ventro-lateral al trunchiului 221
Musculatura membrelor 222
Membrul superior (toracic) 224
Membrul inferior (pelvin) 224
Anatomia pe viu a principalelor vase 228
Vasele extremității cefalice 231
Vasele membrului superior 232
Vasele membrului inferior 234
Anatomia pe viu a principalilor nervi periferici 236
Nervii periferici 237
Dioptrografia viscerală 237
Proiecția organelor intratoracice pe suprafața pereților toracelui . . . 242
Proiecția organelor intraabdominale pe suprafața pereților abdominali 249

Unitatea organismului. Corpul uman privit ca sistem biomecanic 256

Noțiuni de mecanică musculară 260

Mușchii factori motrici ai pîrghiilor osoase 261
Mecanica musculară aplicată la pîrghii 265
Activitatea mușchilor în cadrul lanțurilor cinematice 271
Tipurile biomecanice de activitate musculară 273
Tipuri biomecanice de activitate dinamică 273
Tipuri biomecanice de activitate statică 275
Principalele lanțuri musculare ale corpului 279

Metodologia analizei biomecanice 293

Metodologia analizei biomecanice a pozițiilor 303
Statica exercițiilor fizice 304

Scanned with OKEN Scanner

Greutatea relativă a părților corpului omenesc 307
Echilibrul corpurilor 309
Analiza principalelor poziții statice ale corpului omenesc 311
Poziții statice cu sprijin inferior 312
Poziții statice cu sprijin superior 330

Dinamica exercițiilor fizice 341

Mișcări locomotorii 350
Mersul 350
Alergarea 362
Elementele de biomecanică în startul de viteză 370
Săriturile 379
Aruncările 396
Aruncarea ciocanului 406
Aruncarea discului 411
Aruncarea suliței 415
Cățărarea 419
Înotul 421
Sporturile nautice 427
Caiacul 433
Canoea 433

Noțiuni generale de biomecanică aplicate la jocurile sportive 434

Elemente de analiză biomecanică în volei 435
Elemente de analiză biomecanică în baschet 439
Elemente de analiză biomecanică în handbal 445
Elemente de analiză biomecanică în fotbal 449
Elemente de analiză biomecanică în box 459
Elemente de analiză biomecanică în cadrul pregătirii fizice generale . . 467
Elemente de analiză biomecanică în gimnastica sportivă 469
Bibliografie 503
Rezumate (engleză, franceză, rusă) 505

Scanned with OKEN Scanner

Tiraj: 3450. Ex. S.P. 30. legate. Coli de tipar. 33. Hîrtia: scris I. A Format: 16/70×100. Bun de tipar: 22. 02. 1978. Ediția: 1978. Nr. de plan: 5560

Întreprinderea Poligrafică Cluj
Str. Brassai Nr. 5—7
Municipiul Cluj-Napoca
Republica Socialistă România
Comanda nr. 326/1977.

Scanned with OKEN Scanner

Editura didactică și pedagogică — București, 1978

Scanned with OKEN Scanner